차 례

머 리 말

위대한 령도자 **김정일**원수님께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《오늘 우리 나라의 기계제작공업은 자체의 설비, 자체의 기술, 자체의 원료에 의거하여 우리에게 필요한 여러가지 기계설비를 만들어낼수 있는 주체적이며 현대적인 공업으로 되였습니다.》

경애하는 수령 **김일성**대원수님과 위대한 령도자 **김정일**원수님의 현명한 령도에 의하여 우리 나라의 기계공업은 해방후 빈터우에서 시작되여 짧은 기간에 매우 빠른 속도로 장성하였다.

그리하여 지금은 마음만 먹으면 우리의 기술, 우리의 설비, 우리의 원료에 의거하여 우리에게 필요한 기계설비를 척척 만들어내는 주체적이며 현대적인 공업으로 발전하였다.

이처럼 훌륭한 기계공업을 가지고있으므로 하여 우리 나라에서는 대형기계들인 1만t프레스와 대형산소분리기를 비롯하여 많은 현대적인 기계와 설비를 자체의 힘으로 만들어냈으며 오늘날에는 최첨단기계의 하나인 CNC공작기계들도 우리 식으로 만들어내고있는것이다.

주체87(1998)년과 주체98(2009)년에 우리의 과학자, 기술자들이 100% 우리의 기술, 우리의 재료에 의거하여 쏴올린 인공지구위성 《광명성1》호와 《광명성2》호는 바로 우리 주체공업의 위력 특히는 기계공업의 위력을 세계에 힘있게 과시한것으로 된다.

과학과 기술이 매우 빠른 속도로 발전하고있는 오늘의 현실은 기계공업을 더욱 현대화할것을 요구하고있다.

아무리 복잡한 기계도 개개의 부분품으로 이루어져있고 간단한 운동으로부터 복잡한 운동으로 넘어가는 기계의 운동원리를 놓고볼 때 기계에 대한 지식도 처음부터 하나하나 원리적으로 배워나가면 어려울것이 없다.

우리 새 세대들은 현대적인 기계설비들을 능숙히 다룰수 있는 기초기술지식을 소유함으로써 강성국가건설의 주인공으로 훌륭히 준비하여야 한다.

이 과목에서는 기계에 대한 일반적개념과 함께 그것을 이루고있는 매 부분품들의 구조와 작용원리, 생산 및 가공 등 공작기계에 대한 일반적인 기초기술지식을 배우게 된다.

제1장. 기계요소

경애하는 수령 **김일성**대원수님께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《기술혁명은 곧 기계혁명입니다. 사람들의 힘든 로동을 덜어주는 결정적수단은 기계이며 생산력의 발전도 다름아닌 기계의 개선으로 이루어집니다.》

기술혁명을 힘있게 밀고나가며 인민경제를 발전시키는데서 기계는 매우 중요한 역할을 한다.

그러므로 우리들은 기계에 대한 일반적개념과 함께 기계를 구성하고있는 매개 부분품들의 구조형태, 그것들의 사명과 작업원리 등을 잘 알아야 한다.

기계를 이루는 부분품, 매듭 등을 통털어 **기계요소**라고 한다.

기계요소는 기계를 리해하는데서 리론적기초로 된다.

제1절. 기계에 대한 개념

1. 기계의 정의

자연을 정복하기 위한 투쟁에서 기계는 사람들의 힘든 로동을 덜어주는 힘있는 수단이다 .

기계가 없이는 공업과 농업의 획기적인 발전도 생각할수 없으며 우리 생활에 필요한 경공업제품도 만들수 없다.

그러면 기계란 무엇인가를 기계가 되기 위한 조건으로부터 그 답을 찾아보기로 하자.

기계가 되려면 다음과 같은 조건을 만족시켜야 한다.

첫째로, 그것을 이루고있는 토막들이 상대적운동을 하여야 한다.

례를 들어 톱, 도끼, 마치 등은 쇠와 나무 2개의 부분으로 되여있지만 그것들사이에는 서로 호상간 상대적운동이 진행되지 않으므로 기계라고 하지 않고 공구라고 한다.

또한 철탑이나 철다리들은 수많은 철판이나 철막대기와 같은 토막으로 되여있으나 매 토막사이에 상대적운동이 진행되지 않으므로 기계라고 하지 않고 구조물이라고 한다.

둘째로, 그것을 이루고있는 토막들이 억세기가 있어야 한다.

정확히 말하여 억세기가 없는 물체는 없다. 그러나 어디에 어떻게 쓰는가에 따라 억세기가 다르며 그 역할도 다르다.

례를 들어 피대나 바줄은 누름을 받는 곳에 쓰면 아무 쓸모가 없지만 당김을 받는 곳에 쓰면 기계의 구성부분으로 쓸수 있다.

또한 물이나 기름도 그릇에 담아두면 토막으로 될수 없지만 수압기의 실린더나 관에서는 압력전달기구의 한토막으로 쓸수 있다.

셋째로, 그것을 이루고있는 토막이 일정한 규칙적인 운동을 하여야 한다.

만일 규칙성이 없이 무질서하게 운동한다면 기계라고 말할수 없다.

넷째로, 기계가 되려면 유효한 일을 하여야 한다.

례를 들어 어떤 량을 재기 위하여 쓰는 계기나 측정공구는 기계와 비슷하지만 유효한 일을 하지 않기때문에 기계라고 하지 않는다.

그러나 기중기나 자동차는 무거운 짐을 들어올리거나 나르며 공작기계는 쇠를 깎는 유효한 일을 한다.

기계는 이밖에도 한 형태의 에네르기를 다른 형태의 에네르기로 바꾸기도 한다.

전동기는 전기적에네르기를 력학적에네르기로 바꾸며 발전기는 력학적에네르기를 전기적에네르기로 바꾼다.

기계는 일정한 목적의 운동을 하는 수많은 부분품들로 이루어져있으며 각이한 기구와 장치들로 구성되여있다.

이로부터 기계를 다음과 같이 정의할수 있다.

기계란 일정한 목적을 가지고 운동하면서 한 형태의 에네르기를 다른 형태의 에네르기로 바꾸거나 생산과정에 사람들의 로동을 쉽게 하거나 대신하는 장치를 말한다.

2. 기계의 일반적구성과 분류

1) 기계의 일반적구성

기계는 얼핏 보기에는 매우 복잡한것 같지만 자세히 따져보면 대체로 다음과 같은 부분으로 구성되여있다.

기계를 움직이는 동력을 내는 원동기, 동력을 전달하는 전동장치, 동력을 받아 직접 일을 수행하는 작업부분과 이 모든것을 조종하는 조종장치들로 구성되여있다.

실례로 자동차에서 내연기관은 원동기이고 바퀴는 작업부분이며 내연기관과 바퀴사이에 있는 부분은 전동장치, 운전실안의 조종손잡이들과 디디개들은 조종장치이다.(그림 1-1)

원동기는 기계를 움직이는데 필요한 동력을 내는 부분이다.

원동기로는 전동기, 내연기관, 타빈, 유압전동기 등이 쓰인다.

전동장치는 원동기로부터 동력을 받아 작업부분까지 운동형태와 힘, 속도 등을 변화시키면서 전달하는 부분이다.

그림 1-1. 자동차의 일반적구성

여기에는 치차와 같이 맞물림에 의하여 동력을 전달하는 기계식전동장치와 액체나 압축공기를 써서 동력을 전달하는 류체식전동장치 등이 있다.

작업부분은 전동장치로부터 동력을 받아 직접 유익한 일을 하는 부분으로서 작업대상과 기계의 사명에 따라 여러가지 형태와 구조를 가진다. 이와 함께 모든 기계들에는 매 부분의 운동을 조종하는 조종장치가 있다.

조종장치는 원동기의 동력조절과 전동장치의 속도 및 방향조종, 작업부분의 운동형태조종과 같은 일을 수행한다.

지난 기간 모든 조종은 다 사람의 직접적인 참가하에 진행되였다.

그러나 지금은 과학기술의 발전 특히 콤퓨터의 도입으로 사람의 참가없이 진행되는 자동조종장치들이 광범히 쓰이고있다.

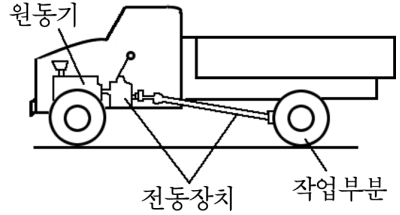
자동조종장치에서 기본적인것은 현재 많이 쓰이고있는 콤퓨터수자조종장치이다.

수자조종이란 작업지령이 수자신호의 형태로 주어지는 조종을 말한다.

2) 기계의 분류

기계들은 그것들이 쓰이는 목적에 따라 크게 동력기계와 작업기계로 나눈다.

동력기계란 한 형태의 에네르기를 다른 형태의 에네르기로 바꾸는 기계를 말한다.

동력기계는 원동기와 변환기로 나눈다.

원동기는 전동기나 내연기관과 같은것이며 변환기는 발전기와 같은 것이다.

작업기계란 작업대상의 위치, 형태, 상태 등을 바꾸는 기계를 말한다.

기중기는 작업대상의 위치를, 공작기계는 작업대상의 형태를 변화시킨다.

또한 기계는 그의 리용분야에 따라 탄광기계, 공작기계, 건설기계, 수산기계, 방직기계, 식료기계, 화학기계, 농기계 등으로 나눈다.

상 식

기계의 발전력사

기계의 발전력사는 B.C. 2~1세기에 수차의 발명으로부터 시작되였다고 볼수 있다. 그 이후 18세기 중엽에 증기기관이 발명되면서 방직기계가 급속히 발전하였다.

19세기에는 능력이 큰 새로운 원동기가 개발되여 여러가지 작업기계(1822년- 수력타빈, 1823년- 내연기관, 1883년- 증기타빈, 1893년- 디젤기관)가 출현하면서 기계는 모든 산업부문에 침투되게 되였다.

19세기초에 전지가 발명되고 전동기와 발전기의 원리가 밝혀지면서 전기적에네르기를 기계적에네르기로 바꾸는 제2차동력기계가 나오기 시작하였다.

19세기말에 와서는 공업이 발전함에 따라 농업의 기계화가 중요한 문제로 제기되면서 수확기가 개발되였다.

이 시기 채굴기계도 급속히 발전하였는데 1843년에는 회전식채탄기, 1849년에는 압축기가 도입되였다. 그밖에 19세기 전반기에는 식자기와 재봉기, 타자기 등이 출현하였으며 19세기 후반기에는 신발재봉기, 담배마는 기계, 영사기, 승강기 등이 출현하였다.

20세기에 들어와서 과학과 기술이 발전함에 따라 기계들의 능력과 효률이 높아지게 되였으며 다량생산체계가 연구도입(자동차공업, 방직공업, 인쇄공업, 피복공업, 신발공업 등)되기 시작하였다.

20세기 중엽부터 공업이 급속하게 발전하면서 공작기계를 비롯한 작업기계들이 사람의 조종이 없이 자동적으로 작업하게 되였다.

오늘은 미리 작성된 프로그람을 콤퓨터에 기억시켜놓고 가공, 검사 등 모든 공정에 이르기까지 콤퓨터조종에 의하여 수행되는 현대화된 무인공장이 개발되고있다.

과학과 기술이 발전함에 따라 기계는 더욱 발전되여 로보트화, 지능화되여가고있다.

련습문제

1. 기계의 일반적구성에 대하여 자전거와 기차, 배를 놓고 설명하여라.
2. 동력기계와 작업기계를 각각 5개이상 실례를 들어보아라.

제2절. 기계부분품들의 련결

1. 나사련결

나사란 부분품들을 고정하거나 분해하며 또는 운동을 전달하는데 쓰이는 산이 있는 대를 말한다.

기계부분품들을 나사로 련결하면 조립하기도 쉽고 마모된 부분품을 새것으로 갈아맞추기도 쉽다. 그러므로 나사련결은 거의 모든 기계에서 널리 쓰이고있다.

1) 나사에 대한 개념

그림 1-2와 같이 밑변의 길이가 πd인 직3각형 ABC를 직경이 d인 원통에 감는다면 빗변 BC는 라선을 그린다.

라선을 따라 홈(또는 도드라진 부분)을 만들어주면 나사가 얻어지는데 이때 도드라진것들을 **나사산**이라고 한다.

그림에서 ∠ABC=α를 라선의 **라선각**이라고 하고 AC=S를 라선의 **피치**라고 한다.

그림 1-2. 라선의 형성원리

라선의 피치와 라선각사이에는 다음과 같은 관계가 있다.

$$S=\pi d \tan\alpha$$

나사는 라선이 감긴 방향에 따라 오른나사와 왼나사로 나눈다.(그림 1-3)

기계에서는 흔히 오른나사를 쓰는데 이것을 조이기 위해서는 나사를 시계바늘이 도는 방향으로 돌리면 된다.

나사를 한바퀴 돌리면 라선의 피치만큼 나사가 전진한다.

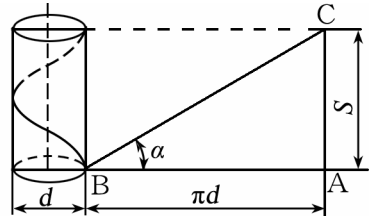
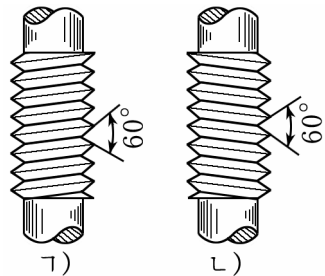



그림 1-3. 오른나사(ㄱ)와 왼나사(ㄴ)

나사는 라선이 감긴 수에 따라 한겹나사, 두겹나사, 세겹나사 등으로 나눈다.(그림 1-4)

두겹나사는 원통의 밑면을 2등분하고 그 등분점에서 직3각형을 같은쪽으로 감아 생긴 라선에 나사산을 만든것이며 세겹나사는 원통의 세등분점에서 각각 직3각형을 감아 생긴 라선에 나사산을 만든것이다.

나사에서 서로 린접한 나사산사이의 거리 t를 나사의 **피치**라고 한다.

여기서 나사의 피치와 라선의 피치사이에는 다음과 같은 관계가 있다.

한겹나사에서 $S=t$, 두겹나사에서 $S=2t$, 세겹나사에서 $S=3t$이다.

그림 1-4. 겹나사
ㄱ) 두겹나사, ㄴ) 세겹나사

일반적으로 나사의 겹수를 n이라고 하면 라선의 피치는 $S=nt$로 된다.

기계에서 부분품을 고정하는 곳에는 보통 한겹나사를 쓰고 운동시키는 곳에는 겹나사를 흔히 쓴다.

나사는 나사산의 자름면형태에 따라 3각나사, 직각나사, 제형나사 등으로 나눈다.(그림 1-5)

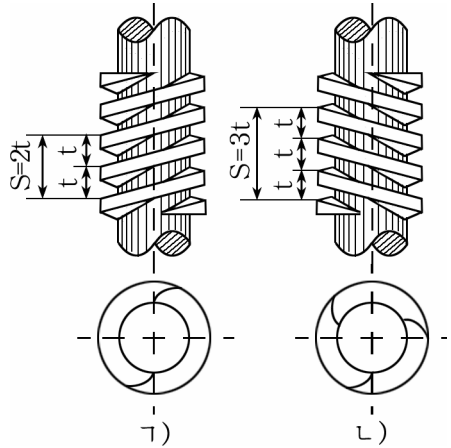
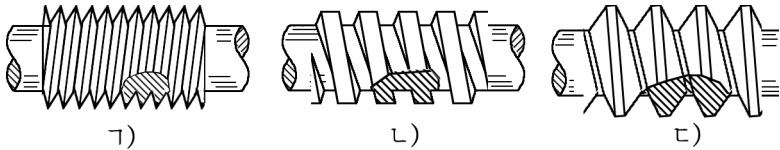



그림 1-5. 나사산의 형태에 따르는 나사의 종류
ㄱ) 3각나사, ㄴ) 직각나사, ㄷ) 제형나사

3각나사는 나사쌍에서 마찰이 크기때문에 부분품을 고정하는데 쓴다.

메터나사는 모든 단위를 미리메터(㎜)로 표시하며 나사산의 각은 60°이다.(그림 1-3 참고)

인치나사는 모든 치수를 인치단위(1inch=2.54㎝)로 쓰며 나사산의 각은 55°이다.

직각나사와 제형나사는 효률이 높기때문에 선반의 보내기나사와 같은 운동용나사로 널리 쓰인다.

2) 나사로 부분품을 고정하는 방법

부분품을 고정하는데 쓰는 나사련결부분품에는 볼트, 나트, 자리쇠 등이 있다.

볼트란 흔히 한쪽에는 틀수 있는 머리부를 만들어주고 다른쪽에는 대에 나사를 만들어줌으로써 부분품들을 고정하는데 쓰이는 요소를 말한다.

볼트에는 일반용볼트, 심는볼트, 잔볼트가 있다.(그림 1-6)

볼트는 련결하여야 할 부분품에 알맞는것을 골라써야 한다.

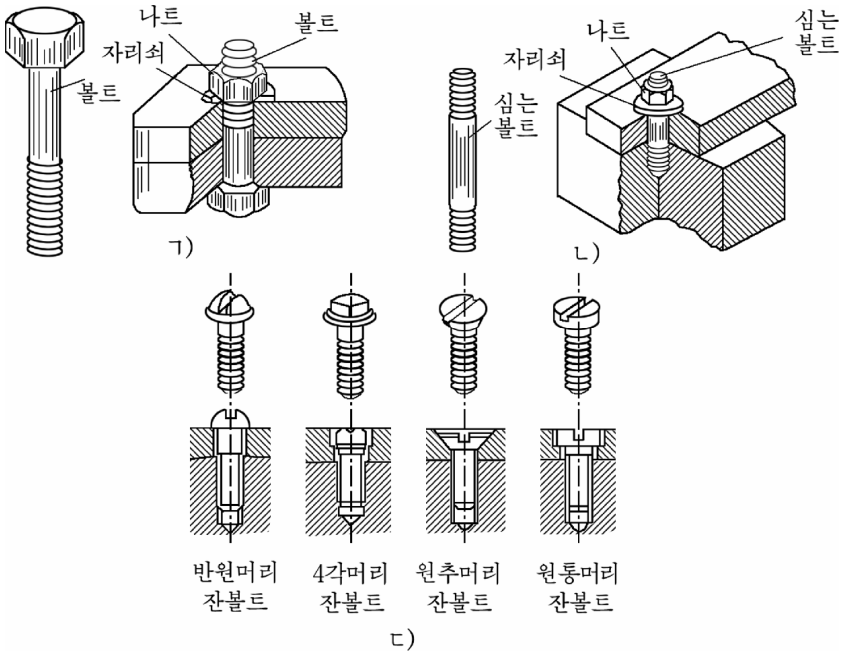



그림 1-6. 나사부분품을 고정하는 방법

그림의 ㄱ)와 같이 부분품을 꿰뚫어 고정할 때에는 일반용볼트를 쓰고 부분품에 구멍을 맞뚫기 힘들 때에는 그림의 ㄴ)와 같은 심는볼트를 쓴다. 그리고 작은 부분품일 때에는 그림의 ㄷ)와 같이 잔볼트로 고정한다. 잔볼트로 부분품을 고정할 때에는 흔히 나트를 채우지 않고 잔볼트의 나사부분을 부분품에 직접 틀어맞춘다.

잔볼트의 머리형태에는 여러가지가 있으나 흔히 쓰고있는것은 반원머리, 4각머리, 원추머리, 원통머리 등이다.

볼트의 재료로는 주로 강3, 강4, 강5, 강철10, 15, 20, 30, 35 등을 쓴다.

나사의 기본치수는 국가규격(국규)로 제정되여있으며 3각메터나사의 도면표시는 영어문자 M뒤에 외경을 ㎜단위의 수자로 표시하고 잔피치나사는 그뒤에 피치도로 표시한다.

례: M10- 외경이 d=10㎜인 3각메터나사(큰피치)

M10×1- 외경이 d=10㎜이고 피치가 S=1㎜인 3각메터나사(잔피치)

나트란 볼트의 나사부분에 틀어맞추어 부분품을 고정시키는 요소를 말한다.(그림 1-7)

나트에는 4각나트, 6각나트, 홈나트 등 종류가 많지만 6각나트를 가장 많이 쓰고있다.

진동이 심한 기계에서는 홈나트를 채우고 나트가 저절로 풀리지 않게 홈에 핀을 끼운다.

나트의 재료로는 강3, 강4, 강철30, 35 등을 쓴다.

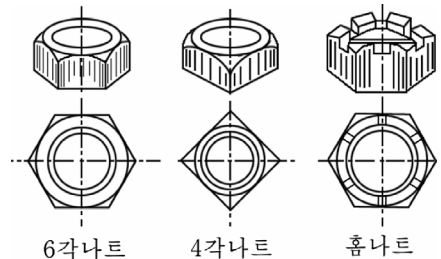



그림 1-7. 나트

자리쇠란 고정되는 부분품과 나트사이에 끼우는 고리형요소를 말한다.(그림 1-8)

자리쇠는 나트를 채울 때 고정되는 걸면이 긁히지 않게 하며 나트가 접촉하는 면의 면적을 크게 해준다.

자리쇠에는 고리모양의 평탄한 자리쇠와 용수작용을 하는 용수자리쇠 등이 있다.

그림 1-8. 자리쇠

일반부분품들을 련결할 때에는 평탄한 자리쇠를 많이 쓰며 용수자리쇠는 진동이 심한 부분품들을 련결할 때 쓴다.

자리쇠의 재료로는 강1, 강2, 강3, 강4 등을 쓰는데 나트보다 무른 재료를 쓴다.

3) 나사쌍에서 자체제동현상

진동이나 충격을 많이 받는 기계에서 나사가 저절로 풀리게 되면 큰 사고를 낼수 있다. 그러므로 작업도중에 나사가 저절로 풀리지 않도록 하기 위한 대책을 세워야 한다.

그러면 나사가 저절로 풀리지 않게 하자면 어떻게 해야 하는가를 간단히 보기로 하자.

나트를 돌리면서 조일 때 나트는 축방향으로 힘을 받게 된다.

만일 나트를 돌리다가 그냥 놔두면 축방향힘에 의하여 나사가 풀릴수도 있고 풀리지 않을수도 있다.

나사가 풀린다는것은 나트가 경사면을 따라 내려가는것이라고 볼수 있다.

그러면 어떤 경우에 나사가 풀리겠는가?

그림 1-9와 같이 어떤 물체가 경사각이 α인 경사면우에 놓여있다고 하자. 이때 물체에 작용하는 힘을 Q라고 하면 이 힘은 경사면에 수직인 방향과 평행인 방향의 힘으로 나눌수 있다.

그런데 이 힘들은 그림에서 보는바와 같이 힘 Q가 같은 조건에서도 경사각 α의 크기에 따라 달라진다.

경사각이 클수록 경사면에 평행인 방향의 힘 T는 커지고 수직방향의 힘 N은 작아진다.(그림의 ㄴ) 여기서 힘 T는 물체를 아래로 끌어내리려고 하고 힘 N은 물체를 경사면에 수직으로 내려누르면서 접촉면에서 마찰을 일으켜 물체가 아래로 내려가는것을 방해한다. 이때 마찰힘의 크기는 $F=fN$이다.(f는 미끄럼마찰결수이다.)

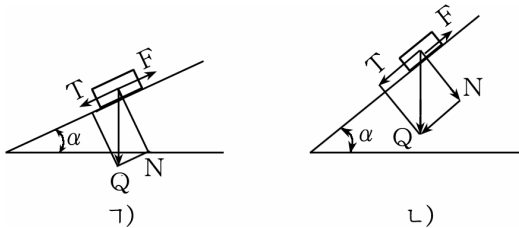



그림 1-9. 나사쌍에 작용하는 힘

그러므로 마찰힘 F가 물체를 끌어내리려는 힘 T보다 크면 물체는 그 자리에 멎어있을것이며 작으면 내려갈것이다.

F와 T는 α에 관계되므로 경사각이 크면 F보다 T가 커서 물체는 내려오게 된다.

볼트나 나트의 나사련결도 우와 같이 생각할수 있는데 라선의 경사각이 어떤 일정한 크기보다 크면 풀릴것이고 작으면 풀리지 않게 된다.

나트를 조인 다음 나트가 저절로 풀리지 않는 현상을 나사쌍에서의 **자체제동현상**이라고 한다.

고정용나사에서는 자체제동현상을 보장하기 위하여 라선의 경사각을 보통 6°보다 작게 한다.

그러나 자체제동조건이 보장되여도 기계에서는 진동과 충격에 의하여 작업과정에 나트가 풀릴수 있다. 그러므로 나트가 풀리지 않게 반드시 대책을 세워야 한다.

나트가 저절로 풀리는것을 막기 위해서는 그림 1-10의 ㄱ)와 같이 나트를 두개 채우거나 ㄴ)와 같이 용수자리쇠를 설치하여 나사쌍에서 마찰을 크게 해주어야 하며 그림 1-11에서와 같이 나트를 볼트나 고정하는 부분품에 억세게 잡아주어야 한다.

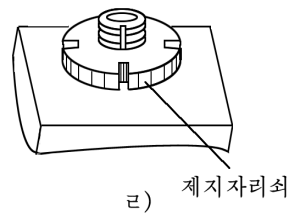
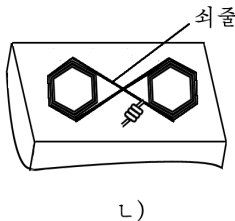
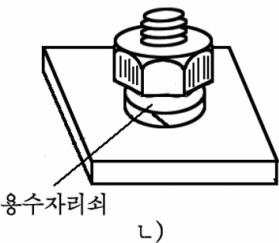
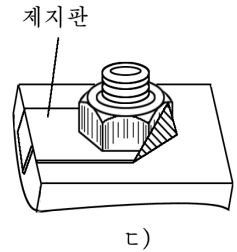
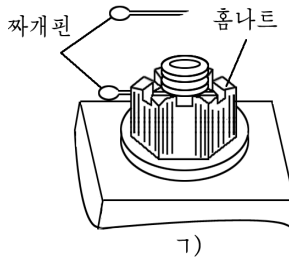
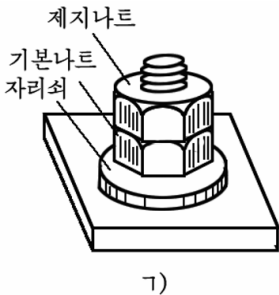



그림 1-10. 나사쌍에서 마찰을 크게 하는 방법

그림 1-11. 나트가 풀리지 않게 잡아주는 방법
ㄱ) 홈나트와 짜개핀을 쓴 경우, ㄴ) 쇠줄로 동여매는 경우, ㄷ) 제지판을 쓴 경우, ㄹ) 제지자리쇠를 쓴 경우

2. 리베트 및 용접련결

1) 리베트련결

나무판자들을 서로 맞붙일 때 못을 쓰듯이 철판을 서로 련결할 때에는 리베트를 많이 쓴다.

리베트란 흔히 얇은 철판들을 맞붙일 때 서로 움직이지 않게 억세게 련결하는데 쓰이는 량끝에 머리가 있는 대를 말한다.

리베트련결은 그림 1-12에서 보는 바와 같이 먼저 철판에 구멍을 뚫고 한쪽 머리부는 미리 만들어주고 다른쪽 머리부는 구멍에 끼운 다음 마치로 때려 만들어주는 방법으로 두개의 서로 다른 물체를 련결한다.

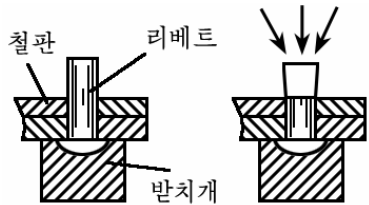



그림 1-12. 리베트련결

리베트련결은 자동차의 차틀, 보이라, 철다리, 송전탑, 탑식기중기 등과 같이 진동힘을 세게 받거나 부식작용의 영향을 받는 부분품을 조립할 때 쓴다.

용접기술이 발전함에 따라 리베트련결의 쓰임범위가 많이 줄어들었지만 용접할수 없는 경우와 용접열로 인하여 부분품이 변형되거나 열처리특성이 달라져서는 안되는 경우, 용접할수 없는 재료 등에는 쓰인다.

그림의 1-13에서 보는바와 같이 리베트의 종류에는 반원머리리베트, 반잠긴머리리베트, 잠긴머리리베트가 있다.

반원머리리베트는 철다리와 같이 머리부가 나와도 지장이 없는 곳에 쓰며 반잠긴머리리베트는 머리부가 조금 나와도 지장이 없는 곳에, 잠긴머리리베트는 머리가 나오면 지장을 주는 곳에 쓴다.

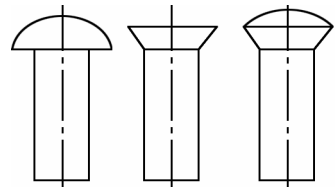



그림 1-13. 리베트의 종류

박판이나 비금속재료를 련결할 때에는 속이 빈 리베트를 쓴다.

리베트의 재료로는 강2, 강3, 강철10, 25 등을 쓴다.

리베트가운데서 만들기 쉬운 반원머리리베트가 제일 많이 쓰인다.

2) 용접련결

새롭고 성능이 높은 기계들을 더 많이 만들고 현대적인 건설대상을 수많이 일떠세우는데서 용접기술을 높여 용접의 질을 높이는것은 매우 중요하다.

용접련결이란 두 부분품을 서로 뗄수 없게 높은 열 또는 압착의 방법으로 련결하는 방법을 말한다.

용접련결은 매우 든든한 련결을 얻을수 있으며 방법이 간단하기때문에 기계설비와 구조물생산에 많이 쓰인다.

용접은 대체로 열간용접과 랭간용접으로 나누며 련결부의 형태에 따라 맞댄용접, 겹친용접, T형용접, 구석용접 등으로 나눈다.(그림 1-14)

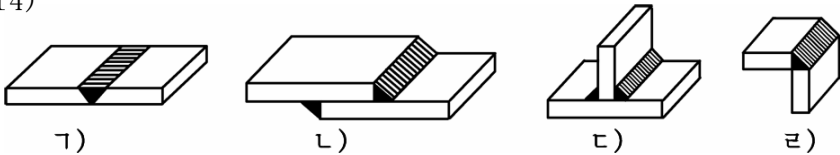



그림 1-14. 용접련결부의 형태

ㄱ) 맞댄 련결부, ㄴ) 겹친 련결부, ㄷ) T형련결부, ㄹ) 구석련결부

용접은 용접방법에 따라 수동용접과 자동용접으로 나눈다.

또한 에네르기리용방식에 따라 전호용접과 가스용접으로 나눈다.

전호용접은 두 전극을 댔다뗄 때 생기는 전호열로 금속의 일부분을 녹여 련결하는 방법이다.

가스용접은 아세틸렌가스, 수소가스, 석유액화가스, 메탄가스, 석탄가스, 천연가스 등과 같은 가연성가스를 태울 때 생기는 열로 금속의 일부분을 녹여붙이는 방법이다.

가스용접은 전호용접보다 열이 낮으므로 낮은 온도에서 빨리 녹는 금속들을 용접하는데 주로 쓰이며 전호용접은 높은 온도로 금속을 녹여 붙이며 기계설비, 구조물, 강철부분품 등을 만드는데 쓴다.

3. 키 및 스프라인련결

1) 키련결

축에 끼워있는 치차나 피대바퀴 같은것이 동력을 전달하자면 그것이 축에서 공회전하지 않도록 하여야 한다. 이를 위하여 축에 홈을 파고 키를 끼운다.(그림 1-15)

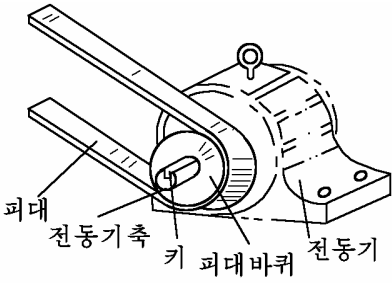
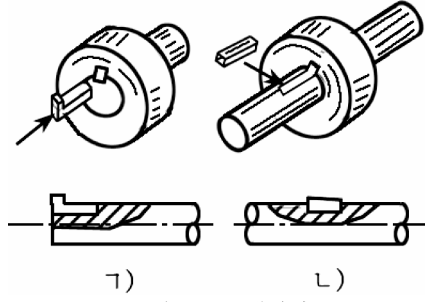



그림 1-15. 키와 그 리용　　　　그림 1-16. 쐐기키

키는 치차나 피대바퀴 등 회전부분품을 축에 고정시켜줌으로써 축으로부터 치차나 피대바퀴에 틀음모멘트를 전달하는 요소이다.

키도 그의 치수가 규격화되여있다.

키는 생긴 모양에 따라 쐐기키, 각기둥키, 반달키 등으로 나눈다.

쐐기키는 직4각형자름면으로 되였는데 웃면이 1:100정도의 물매로 약간 경사져있다.(그림 1-16)

쐐기키에는 머리가 있는것(그림의 ㄱ)과 없는것(그림의 ㄴ)이 있다.

쐐기키를 부분품에 련결하려면 키를 때려박아야 하기때문에 축과 키의 중심구멍이 잘 맞지 않는 결함이 있다.

그러므로 쐐기키는 정밀한 기계에서는 쓰지 않고 큰 힘을 전달하는 일반기계에서 축끝에 부분품을 설치하는데 주로 쓴다.

각기둥키는 네모난 각기둥으로 되였는데 자름면에서 높이와 너비의 비는 직경이 작은 축에서는 1 : 1, 직경이 큰 축에서는 1 : 2이다.(그림 1-17)

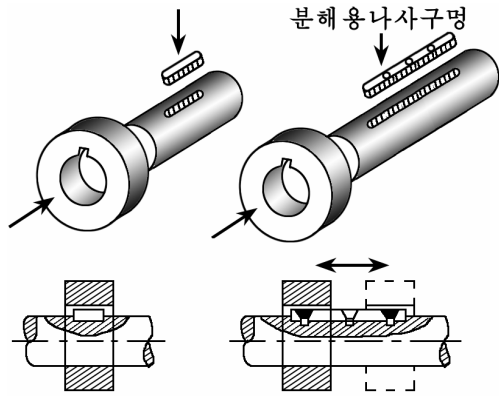



그림 1-17. 각기둥키
ㄱ) 고정키, ㄴ) 안내키

이 키는 끝을 둥글게 할수도 있고 넙적하게 할수도 있다.

각기둥키에는 고정키와 안내키가 있다.

고정키는 축방향으로 치차나 부분품을 움직여야 할 때 쓴다.

각기둥키는 쐐기키처럼 때려박는것이 아니라 밀어맞춘다.

이 키를 쓰면 조립과 분해가 쉽고 축과 거기에 맞추는 부분품의 중심을 잘 맞출수 있다.

그러나 이 키를 쓰면 축에 따라 부분품이 움직이므로 축에 턱을 만들어주거나 토시나 나사 같은것을 써서 부분품이 움직이지 않게 하여야 한다.

이 키는 공작기계를 비롯한 여러가지 정밀기계들에 널리 쓰인다.

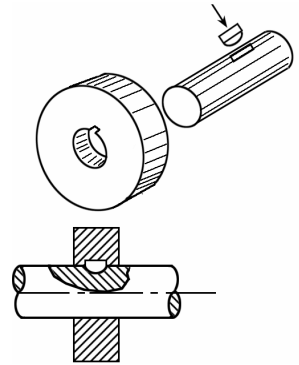
반달키는 반달처럼 생겼는데 키와 키홈을 만들기가 쉽다.(그림 1-18)

그러나 다른 키들보다 키홈을 더 깊이 파야 하기때문에 축이 약해지는 결함이 있다. 그러므로 이 키는 큰 힘을 전달하는데는 쓰지 않는다.

키의 높이는 대체로 길이의 0.4배로 잡는다.

키는 센 재료로 만드는데 강5, 강6, 강철60, 70과 같은것을 쓴다.

그림 1-18. 반달키

키의 치수(너비, 높이)는 축의 직경에 따라서 선택하고 각기둥키의 길이는 축에 끼우는 부분품의 너비보다 좀 작게 한다.

2) 스프라인련결

여러개의 안내키를 축둘레에 고르롭게 배치하여 축과 한덩어리로 만든것을 **스프라인축**이라고 하며 거기에 련결되는 부분품을 **스프라인토시**라고 한다.(그림 1-19)

그림에서 보는바와 같이 스프라인축은 일반축에 형태가 같은 안내키를 여러개 설치한 경우로 볼수 있다.

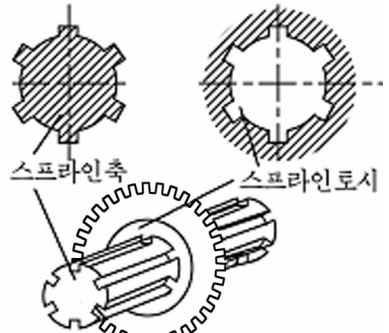



그림 1-19. 스프라인련결

자동차나 뜨락또르, 공작기계 등에서는 변속기의 축을 따라 치차를 자주 이동시켜야 할 때가 많다.

이때 축과 치차를 스프라인련결하면 원활한 이동을 보장할수 있다.

스프라인련결에는 부동련결과 가동련결이 있다.

부동련결이란 축방향힘이 작용하지 않는 부분의 동력련결을 의미하며 **가동련결**이란 축방향힘이 작용하는 동력련결을 의미한다.

스프라인의 이발자름면의 형태가 어떤 형태인가 하는데 따라 직각스프라인, 3각스프라인, 인볼류트스프라인으로 나눈다.

그림 1-20에 자름면형태에 따르는 스프라인의 종류를 주었다.

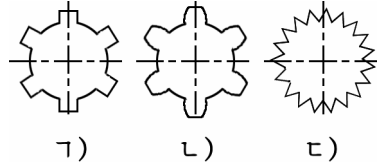



그림 1-20. 스프라인의 종류
ㄱ) 직각스프라인, ㄴ) 인볼류트스프라인, ㄷ) 3각스프라인

련습문제

1. 제형나사의 겹수가 3이고 피치가 15㎜인 때 8번 돌리면 몇㎜전진하겠는가?
2. 나사의 자체제동현상을 리용하는 실례를 5가지이상 찾아보아라.
3. 스프라인련결의 우점은 무엇인가?

일화 《쇠덩어리는 뜨거울 때 두드려야 한다.》

노벨(1833-1896)은 스웨리예의 한 기업가의 가정에서 세 아들중 막내로 태여났다. 일생 355건의 특허발명을 하여 유럽최대의 갑부로 된 그는 일생 독신으로 과학기술탐구에 열중하였으며 인류의 번영과 행복을 념원하여 168만￡의 재산전부를 1901년부터 수여하기 시작한 노벨상제정에 바쳤다. 그의 아버지와 두 형들도 다 발명가들이였다. 노벨이 20대에 다이나마이트를 발견하였는데 그때 그의 성공을 대견스레 여긴 아버지는 세 아들을 불러놓고 이렇게 말하였다. 《쇠덩어리는 뜨거울 때 두드려야 한다는 말이 있다. 너희들과 같은 나이가 바로 쇠로 말하면 뜨겁고 빨갛게 달았을 때이다. 지금 한창 두드려야 한다. 이제 열심히 공부하면 앞으로 얼마든지 훌륭한 사람이 될수 있다. 다 커가지고서는 잘되지 않으니 지금 열심히 공부하거라.》

제3절. 전동용부분품

1. 축과 베아링

1) 축

축이란 치차나 피대바퀴 등과 같이 회전하는 부분품을 설치하고 동력을 전달하는 기계요소를 말한다.

축은 구조에 따라 통축과 속빈축, 계단축과 곡축으로 나눈다.(그림 1-21)

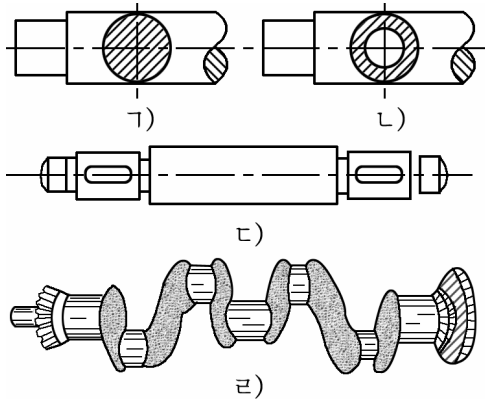



그림 1-21. 축의 형태
ㄱ) 통축, ㄴ) 속빈축, ㄷ) 계단축, ㄹ) 곡축

기계에서는 흔히 통축을 쓴다. 그러나 축의 질량을 더 가볍게 하거나 선반의 주축과 같이 축속으로 소재가 드나들게 할 때에는 속빈축을 쓴다.

그리고 내연기관이나 압축기 등의 크랑크련결대기구에는 곡축을 쓴다.

축은 베아링에 받들려서 회전한다. 여기서 베아링에 받들리는 축부분을 **축목**(축경)이라고 한다.

축목에는 끝축목과 중간축목이 있다.(그림 1-22)

끝축목 중간축목 끝축목

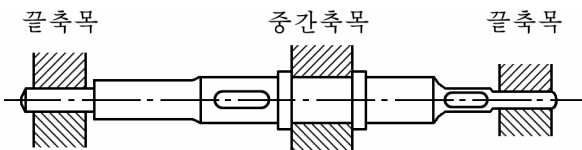



그림 1-22. 축목

중간축목은 긴 축이 휘지 않도록 하기 위해 두는 축목이다.

축의 재료로는 강4, 강5, 강6, 강철40, 45, 50 등을 쓰며 고속회전하거나 큰 힘을 받는 경우에는 40Cr, 50Cr, 38CrNi3과 같은 센 합금강을 쓴다.

2) 베아링

회전축을 받들고 잡아주면서 마찰을 적게 해주는 기계요소를 **베아링**이라고 한다.

베아링은 축목과 접촉하는 곳에서 어떤 마찰이 일어나는가에 따라 미끄럼베아링과 굴음베아링으로 나눈다.

(1) 미끄럼베아링

미끄럼베아링은 축목과 접촉하는 곳에서 미끄럼마찰을 일으킨다.

이 베아링은 통짜베아링과 짜갠베아링으로 나눈다.(그림 1-23)

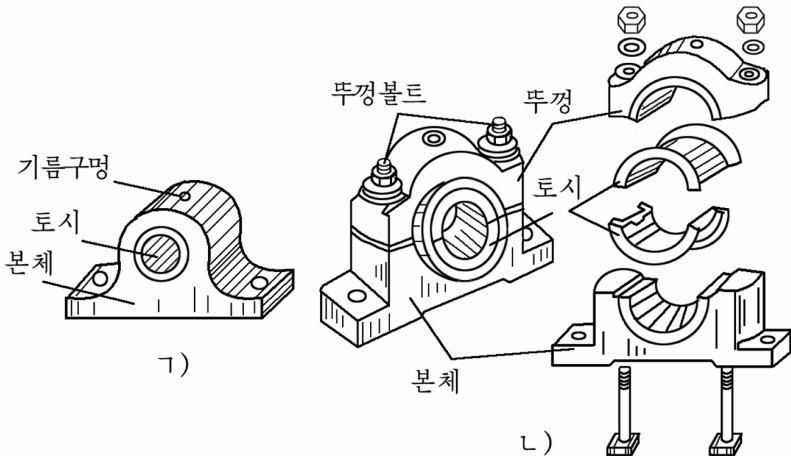



그림 1-23. 미끄럼베아링

ㄱ) 통짜베아링, ㄴ) 짜갠베아링

통짜베아링은 본체와 토시로 되여있다.(그림의 ㄱ)

토시는 축목과 직접 닿는 부분이므로 마찰이 작은 청동이나 바비트로 만들어 본체에 끼우며 작업과정에 토시가 마모되여 못쓰게 되였을 때에는 본체는 그대로 두고 토시만 바꾸어 끼운다.

통짜베아링의 꼭대기에는 기름을 치기 위한 기름구멍이 있다.

통짜베아링은 조립하거나 분해하기가 힘들며 토시가 마모되여도 틈을 조절할수 없는 결함이 있다. 그러므로 이 베아링은 속도가 뜨고 큰

힘이 작용하지 않으며 축과 토시사이에 틈이 생겨도 작업에 지장이 없는 곳에서 쓴다.

짜갠베아링은 본체, 뚜껑, 토시, 뚜껑볼트 등으로 되여있다.(그림의 ㄴ)

그림에서와 같이 두쪽으로 갈라진 토시는 청동으로 만들거나 강철 또는 주철테안에 바비트나 청동을 얇게 붙여 만들며 작업과정에 토시가 마모되였을 때에는 축목과 토시사이의 틈을 조절할수 있게 되여있다. 그리고 이 베아링은 토시와 본체를 짜갰기때문에 조립할 때 축이나 베아링을 옆으로 옮길 필요도 없고 토시를 바꾸기도 쉽다.

일반적으로 미끄럼베아링은 축과 베아링사이에서 미끄럼마찰이 생기므로 늘 기름치기를 잘하여야 한다.

마찰면에 기름을 치면 축이 회전할 때 축목과 토시사이에 기름층이 생겨 액체마찰이 일어나므로 마찰손실과 마모가 훨씬 적어진다.

미끄럼베아링은 작업할 때 충격에 견디는 능력이 크며 축목과 토시사이의 접촉면적이 상대적으로 크므로 큰 힘을 받을수 있다. 그러나 이 베아링은 마찰손실이 크므로 기름을 많이 쓰는 결함이 있다. 그러므로 미끄럼베아링은 진동과 충격이 큰 경우, 축의 직경이 특별히 크거나 작은 경우 그리고 속도가 대단히 빠르거나 뜨게 작업하는 기계에서 흔히 쓴다.

(2) 굴음베아링

굴음베아링은 접촉부분에서 굴음마찰이 생기도록 만든 베아링인데 이것은 굴러가는 물체로 볼을 썼는가 로라를 썼는가에 따라 볼베아링과 로라베아링으로 나눈다.

볼베아링은 바깥고리, 안고리, 분리구, 볼로 이루어졌다.(그림 1-24의 ㄱ)

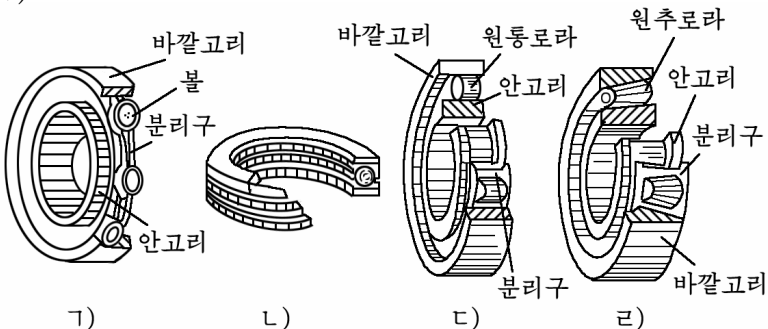



그림 1-24. 굴음베아링의 종류

바깥고리와 안고리에는 볼이 굴러갈 홈이 있으며 분리구에는 볼들을 일정한 간격으로 잡아주는 구멍이 있다.

볼베아링에는 반경방향의 힘을 받는데 쓰는 라지알볼베아링(그림의 ㄱ)과 축방향의 힘을 받는데 쓰는 스라스트볼베아링(그림의 ㄴ)이 있다.

로라베아링도 볼베아링과 비슷한 구조로 되였는데 다른 점은 볼 대신 로라를 쓴것이다.

로라는 볼보다 접촉면이 크므로 이 베아링은 볼베아링보다 더 큰 힘을 받을수 있다.

로라베아링에는 로라가 원통으로 된 원통로라베아링(그림의 ㄷ)과 로라가 원추모양으로 된 원추로라베아링(그림의 ㄹ)이 있다.

원통로라베아링은 반경방향의 힘만 받을 때 쓰며 원추로라베아링은 반경방향힘과 축방향힘을 동시에 받을 때 쓴다.

굴음베아링은 접촉부분에서 굴음마찰이 생기기때문에 미끄럼베아링보다 마찰에 소비되는 동력이 작고 베아링에 대한 손질이 간단하며 기름소비량도 적다.

그러나 이 베아링은 접촉면이 작기때문에 충격짐을 받을 때에는 오래 쓰지 못하는 결함이 있다.

그러므로 굴음베아링은 주로 회전정밀도가 높은 곳과 베아링의 너비치수가 작아야 하는 변속함, 감속기 등에서 많이 쓰인다.

굴음베아링은 치수가 규격화되였기때문에 자호만 알면 필요한것을 쉽게 골라잡을수 있다.

굴음베아링의 기본자호에서 마지막 두 수자는 베아링의 내경을 표시하는데 이 수자에 5를 곱하여 얻은 옹근수자가 베아링의 내경으로 된다.

실례로 마지막 두 수자가 06이면 그 베아링의 내경은 30㎜이고 10이면 내경은 50㎜이다. 다만 마지막 두 수자가 00, 01, 02, 03인 경우에는 내경이 각각 10, 12, 15, 17㎜이다.

베아링의 외경치수는 마지막 세번째 수자에 따라 달라지는데 축의 직경이 같다고 하더라도 이 수자가 크면 더 크다.(표 1-1 참고)

형에 따르는 베아링의 기본치수　　표 1-1

베아링의 형	내경 /㎜	외경 /㎜	베아링의 형	내경 /㎜	외경 /㎜	베아링의 형	내경 /㎜	외경 /㎜
201	12	32	301	12	37	405	25	8
202	15	35	302	15	42	406	30	90
203	17	40	303	17	47	407	35	100
204	20	47	304	20	52	408	40	110
205	25	52	305	25	62	409	45	120
206	30	62	306	30	70	410	50	130
207	35	72	307	35	80	411	55	140
208	40	80	308	40	90	412	60	150
209	45	85	309	45	100			
210	50	90	310	50	110			
211	55	100	311	55	120			
212	60	110	312	60	130			

2. 카프링

기계에서는 축과 축을 직접 련결하여야 할 때가 많다.

실례로 뽐프로 물을 퍼올리자면 뽐프의 축과 전동기의 축을 련결하여야 한다. 이때 축과 축을 직접 련결하여 회전모멘트를 전달하는 부분품을 **카프링**이라고 한다.

카프링은 두 축을 정상적으로 련결하고있는가 아니면 두 축을 뗐다붙였다할수 있게 련결하고있는가에 따라 정상련결카프링과 크라치로 나눈다.

1) 정상련결카프링

정상련결카프링은 두 축을 정상적으로 련결하고있는 카프링인데 이것은 두 축을 억세게 련결하는 고정카프링과 서로 약간 움직일수 있게 하는 가동카프링으로 나눈다.

(1) 고정카프링

고정카프링은 두 축을 한덩어리처럼 련결하는데 여기에는 토시카프링, 짜갠토시카프링, 원판카프링 등이 있다.(그림 1-25)

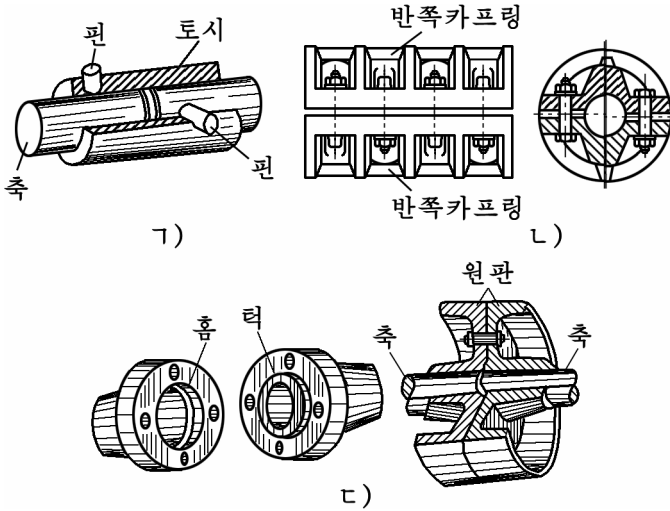



그림 1-25. 고정카프링

ㄱ) 토시카프링, ㄴ) 짜갠토시카프링, ㄷ) 원판카프링

토시카프링은 토시와 2개의 핀으로 되여있다.(그림 1-25의 ㄱ)

토시카프링으로 두 축을 련결하려면 토시를 두 축에 끼우고 토시와 축을 핀으로 각각 꽂아놓으면 된다.

이 카프링은 구조가 간단하고 만들기 쉬우며 과부하가 걸렸을 때 핀이 잘라지게 함으로써 다른 부분품들이 파괴되는것을 미리막을수 있다. 그러나 카프링을 분해조립할 때 축을 축방향으로 옮겨야 하며 직경이 서로 다른 축을 련결할수 없고 두 축의 중심이 잘 맞아야 쓸수 있는 결함이 있다.

짜갠토시카프링은 두개의 반쪽카프링으로 되여있다.(그림 1-25의 ㄴ)

이 카프링으로 두 축을 련결할 때에는 두 축을 맞대놓고 키를 끼운 다음 두 반쪽카프링을 볼트로 고정하면 된다.

원판카프링은 두개의 원판으로 되여있다.(그림 1-25의 ㄷ)

이 원판들에는 턱과 홈들이 있으므로 련결할 때 두 축의 중심이 잘 맞는다. 그러므로 이 카프링은 직경이 서로 다른 두 축을 련결하는데 많이 쓰인다.

(2) 가동카프링

두 축의 중심을 정확히 맞춘다는것은 그리 쉬운것이 아니며 비록 중심을 잘 맞추었다고 해도 여러가지 원인으로 하여 두 축은 어느 정도 가로 또는 세로방향으로 움직일수 있다.

이런 때에는 약간씩 움직일수 있는 가동카프링으로 두 축을 련결한다. 현재 많이 쓰고있는 가동카프링은 퇴성카프링과 만능카프링이다.

퇴성카프링은 원판카프링과 비슷한데 다만 두 원판을 볼트대신 고무(또는 가죽)고리와 토시를 끼운 핀으로 련결하는것이 다르다.(그림 1-26)

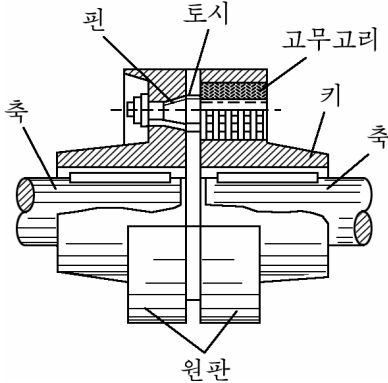



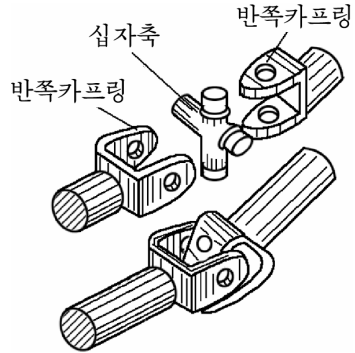
그림 1-26. 퇴성카프링

반쪽카프링
십자축
반쪽카프링

그림 1-27. 만능카프링

여기서 한 축의 운동은 고무고리를 거쳐 다른 축에 전달되므로 진동과 충격을 상당한 정도로 없앨수 있고 두 축의 중심이 어느 정도 맞지 않아도 두 축을 련결하는데 큰 지장이 없다.

만능카프링은 서로 사귀는 두 축을 련결할 때 쓴다.

이 카프링은 두개의 반쪽카프링(쌍가지)과 십자축으로 되여있다.(그림 1-27)

이 카프링은 한 축이 일정한 각속도로 회전할 때 다른 축은 이보다 빨라졌다떠졌다하면서 회전한다. 물론 이때 주동축이 한바퀴 회전하면 종동축도 한바퀴 회전하지만 주동축이 일정한 각속도로 회전할 때 종동축의 각속도는 주동축의 각속도와 다르므로 충격힘이 생기고 운동이 고르롭지 못하게 된다.

이와 같은 결함은 두개의 만능카프링을 쓰면 없앨수 있다.

그것은 두개의 카프링을 쓸 때에는 종동축에서 우와 같은 작용들이 서로 상쇄되기때문이다. 그러므로 주동축이 일정한 각속도로 회전할 때 종동축도 일정한 각속도로 회전한다.

만능카프링은 공작기계, 자동차, 압연기를 비롯한 여러 기계들에서 많이 쓴다.

2) 크라치

자동차를 운전하는 과정에는 차를 잠간 멈추거나 차의 속도를 자주 바꾸어야 할 경우가 제기된다. 이를 위해서 자동차에는 기관을 멈추지 않고 기관의 동력을 이었다끊었다하는 장치가 있다.

이와 같이 두 축의 운동을 련결 혹은 차단하는데 쓰이는 장치를 **크라치**라고 한다.

크라치는 두 축을 어떤 방법으로 련결하고 떼는가에 따라 이발크라치, 마찰크라치, 전자석크라치 등으로 나눈다.

(1) 이발크라치

이발크라치는 그림 1-28과 같이 옆면에 몇개의 이발이 있는 반쪽크라치로 되여있다.

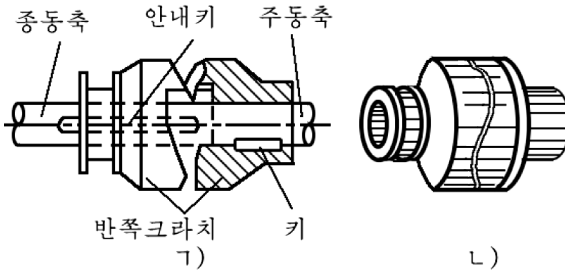



그림 1-28. 이발크라치

한개의 반쪽크라치는 주동축에 키로 고정되고 다른 반쪽크라치는 종동축을 따라 움직일수 있게 안내키(또는 스프라인)로 련결되였다.

두 축을 련결하려면 종동축의 반쪽크라치를 밀어 주동축의 반쪽크라치를 떼면 된다. 이때 주동축이 계속 회전하여도 종동축은 멎게 된다.

이발크라치는 이발들이 맞물릴 때 심한 부딪침이 생기며 속도가 빠르고 큰 힘이 걸리면 크라치를 련결하거나 떼기 힘든 결함이 있다.

따라서 이발크라치는 속도가 뜨고 작은 힘을 전달하는 두 축을 련결하는데 쓴다.

(2) 마찰크라치

마찰크라치는 마찰힘을 리용하여 동력을 전달하는 크라치이다. 흔히 쓰이는것은 원판형의 마찰판을 리용한 원판마찰크라치이다.

원판마찰크라치는 마찰판을 몇개 썼는가에 따라 단판마찰크라치와 다판마찰크라치로 나눈다.

단판마찰크라치는 압착판, 마찰판, 원판, 주동축 및 종동축으로 되여있다.(그림 1-29의 ㄱ)

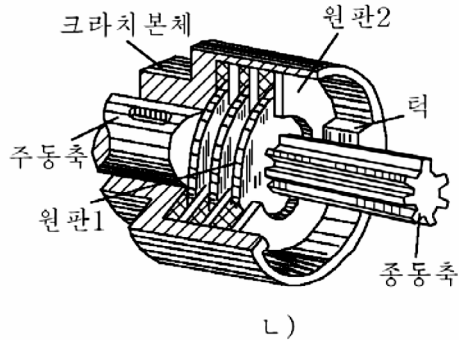
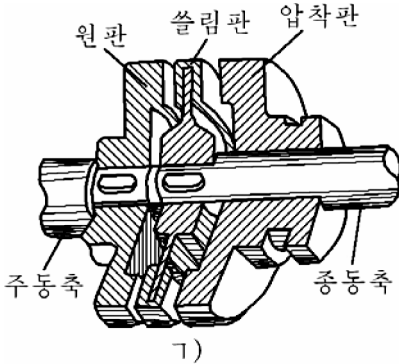



그림 1-29. 원판마찰크라치

원판은 키에 의해 주동축에 고정되고 마찰판은 안내키(또는 스프라인)로 종동축과 련결되여있다.

운동을 끊어야 할 때에는 압착판을 오른쪽으로 밀어 마찰판과 원판을 서로 떼여놓으면 된다.

이 크라치는 과부하가 걸릴 때 마찰판이 미끄러지기때문에 기계에 무리를 주지 않는 좋은 점이 있다.

다판마찰크라치는 여러개의 원판으로 되여있다. 이 원판들을 모두 옆으로 움직일수 있게 되여있다.(그림 1-29의 ㄴ)

그림에서 원판들을 왼쪽으로 밀면 원판들이 조여지면서 이것들사이에 마찰힘이 생겨 주동축의 운동은 마찰판(원판)들을 거쳐 종동축에 전달된다.

마찰크라치는 공작기계, 자동차를 비롯한 여러 기계들에서 널리 쓰인다.

(3) 전자석크라치

전자석크라치는 강철원판, 선륜 및 용수철로 되여있다.(그림 1-30)

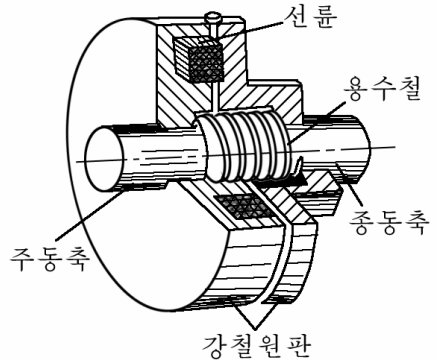
이 크라치의 주동축에는 한개의 강철원판이 고정되여있고 종동축에는 축방향으로 움직일수 있게 다른 강철원판이 련결되여있다.

주동축에 설치된 강철원판에는 선륜이 있다.

선륜에 전기가 흐르면 강철원판이 전자석으로 되면서 종동축에 설치된 강철원판을 끌어당겨 두 축을 련결한다. 따라서 주동축의 운동이 종동축에 전달된다.

그림 1-30. 전자석크라치

선륜에 전류가 끊어지면 주동축의 강철원판이 전자석의 역할을 하지 못하므로 종동축의 강철원판은 용수철의 힘을 받아 쉽게 떨어져 주동축으로부터 종동축에로의 운동은 차단된다.

전자석크라치는 조종이 간단하기때문에 공작기계를 비롯한 많은 기계들을 자동화하는데 널리 쓰이고있다.

련습문제

1. 미끄럼베아링과 굴음베아링은 리용에서 어떻게 다른가?
2. 카프링이 쓰이는 례를 5가지이상 찾아보아라.
3. 원판마찰크라치와 원추마찰크라치에서 같은 누름힘에 의하여 생기는 마찰힘은 어느쪽에서 더 큰가?

상식 **《미래학》이 예견하는 21세기의 과학기술**

2020년- 립체영상TV 출현
2030년- 아인슈타인지능수준의 인공지능을 가진 로보트의 개발
2040년- 열핵융합기술이 에네르기생산에 도입
2050년- 달에 《지구촌》의 건설
2075년- 과거에서 현재, 미래 그리고 그 반대로 이동할수 있는 시간상 《장벽》을 없애는 기술의 개발

제4절. 기계의 전동장치

1. 전동장치에 대한 개념

원동기로부터 동력을 받아 그것을 기계의 작업부분에 전달해주는 장치를 **전동장치**라고 하며 전동장치에 의해서 운동이 전달되는것을 **전동**이라고 한다.

원동기의 동력은 전동장치에 의하여 그것의 운동형태와 속도, 힘 등이 변화되여 작업부분에 전달된다.

동력을 전달하는 수단이 강체토막들에 의하여 마찰이나 맞물림으로 진행되는 경우에는 **기계식전동장치**라고 하며 액체나 압축공기를 써서 동력을 전달하는 경우에는 **류체식전동장치**라고 한다.

류체식전동장치에서 기름의 압력을 리용하여 동력을 전달하는 경우에는 **유압전동**이라고 한다.

그밖에 전기에 의하여 진행되는 전기식전동장치가 있다.

현대적기계들에서는 많은 경우에 이것들을 서로 배합하여 쓴다.

그림 1-31에는 기계식전동장치의 한 형태인 원통에 바줄을 감아 짐을 들어올리는 간단한 권양기계를 실례로 주었다.

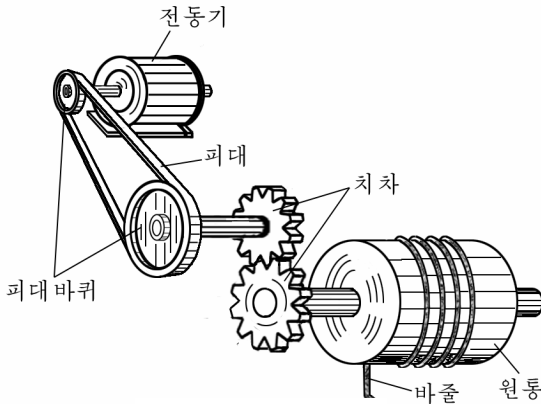



그림 1-31. 권양기계

전동기를 돌리면 그의 동력은 피대와 치차를 거쳐 바줄이 감기는 원통에 전달된다. 이때 원통이 돌아가면서 바줄을 감아 짐을 들어올린다.

이와 같이 기계에서는 피대나 치차들처럼 운동하는 부분품들이 맞닿게 하거나 서로 맞물리게 하여 힘과 운동을 전달하는 기계식전동장치가 있게 된다.

2. 기계식전동장치

기계식전동장치는 운동을 넘겨주는 방식에 따라 크게 마찰에 의한 전동장치와 맞물림에 의한 전동장치로 나눈다.

마찰에 의한 전동장치에는 마찰바퀴전동장치와 피대전동장치 등이 속하며 맞물림에 의한 전동장치에는 사슬전동장치, 치차전동장치 등이 속한다.

1) 마찰바퀴전동장치

마찰바퀴전동장치란 두 바퀴사이의 접촉점에서 생기는 마찰힘에 의하여 회전운동과 동력을 전달하는 장치를 말한다.

그림 1-32와 같이 매끈한 두 바퀴를 맞대고 누르면서 바퀴 1을 돌리면 마찰에 의하여 바퀴 2가 따라 돌아간다. 이때 바퀴 1과 같이 운동을 넘겨주는 마찰바퀴를 **주동마찰바퀴**라고 하며 바퀴 2와 같이 운동을 넘겨받는 마찰바퀴를 **종동마찰바퀴**라고 한다.

그림 1-32. 원통 마찰바퀴전동

두 마찰바퀴사이에 생기는 마찰힘은 다음 식으로 구한다.

$$F=f\cdot N$$

여기서 F- 마찰힘, N

f- 마찰결수

N- 두 바퀴를 누르는 힘, N

이 마찰힘에 의하여 생기는 회전모멘트는 다음과 같다.

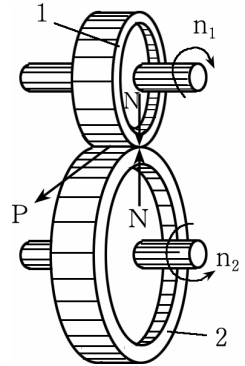
$$M=F\cdot r$$

여기서 M- 회전모멘트, Nm

r- 종동마찰바퀴의 반경, m

이 회전모멘트에 의하여 주동마찰바퀴가 종동마찰바퀴를 돌려준다.

회전운동을 한 축에서 다른 축으로 전달할 때 회전수가 얼마나 달라지는가를 표시하기 위하여 전동비라는것을 쓴다.

전동비란 주동바퀴의 회전수를 종동바퀴의 회전수로 나눈 값을 말한다. 앞으로 주동바퀴를 1, 종동바퀴를 2로 표시할 때 전동비를 i_{12}로 표시하기로 한다.

주동마찰바퀴의 회전수를 n_1, 종동마찰바퀴의 회전수를 n_2이라고 하면 전동비 i_{12}는 다음과 같다.

$$i_{12}=\frac{n_1}{n_2}$$

결국 전동비라는것은 종동바퀴(종동축)가 주동바퀴(주동축)에 비하여 얼마나 빨리 도는가 혹은 얼마나 뜨게 도는가 하는것을 특징짓는 값이다.

전동비가 1보다 크면($i_{12}>1$) 종동바퀴가 주동바퀴보다 뜨게 돌며(**감속**이라고 한다.) 전동비가 1보다 작으면($i_{12}<1$) 종동바퀴가 주동바퀴보다 빨리 돈다.(**가속**이라고 한다.)

전동비는 마찰바퀴의 직경비로도 구할수 있다.

만일 두 마찰바퀴가 접촉점에서 미끄러지지 않고 돌아간다면 두 마찰바퀴의 원둘레속도 v_1과 v_2는 같다.

$$v_1=v_2$$

그런데 바퀴들의 분당 회전수를 n_1, n_2로, 바퀴들의 직경을 D_1, D_2로 표시하면 원둘레속도는 다음과 같다.

$$v_1=\frac{\pi D_1 n_1}{60},\quad v_2=\frac{\pi D_2 n_2}{60}$$

따라서

$$\frac{\pi D_1 n_1}{60}=\frac{\pi D_2 n_2}{60}$$

이로부터

$$i_{12}=\frac{n_1}{n_2}=\frac{D_2}{D_1}$$

여기서 60은 분을 초로 고치기 위한 수이다.

식에서 알수 있는바와 같이 전동비는 종동바퀴의 직경을 주동바퀴의 직경으로 나눈 값이다.

마찰바퀴전동은 전동비가 일정하지 못하고 전달동력도 크지 못한 결함이 있으나 구조가 간단하고 다루기 쉬우므로 여러가지 기계들에서 많이 쓰인다.

그림 1-33에 마찰바퀴전동을 프레스의 역회전기구에 리용한 실례를 주었다.

이 기구는 주동축에 고정된 두개의 주동원판 1, 2와 종동축에 고정된 종동원판으로 되여있다.

주동축은 축선방향으로 약간씩 움직일수 있게 되여있다.

그림에서 보는것처럼 주동원판1과 종동원판이 맞닿게 되면 종동축은 오른쪽으로 회전하며 주동원판2와 맞닿게 되면 반대방향으로 회전한다.

이때 종동축(나사축)에 나트로 련결된 프레스의 압착판이 나사축방향으로 오르내리면서 제품을 눌러주게 된다.

마찰바퀴전동장치는 큰 힘을 전달하거나 속도가 지나치게 빠른 경우에는 보통 쓰지 않고 마찰프레스를 비롯하여 인쇄기계, 방직기계 등에 널리 쓴다.

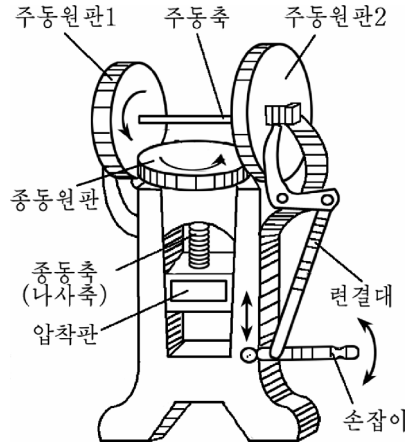



그림 1-33. 마찰프레스의 동작원리

2) 피대전동장치

피대전동장치란 피대와 피대바퀴사이에서 생기는 마찰힘을 리용하여 회전운동과 동력을 전달하는 장치를 말한다.

그림 1-34와 같이 두개의 피대바퀴에 피대를 걸어 회전운동을 전달하자면 피대와 피대바퀴사이에서 마찰힘을 일으켜야 한다.

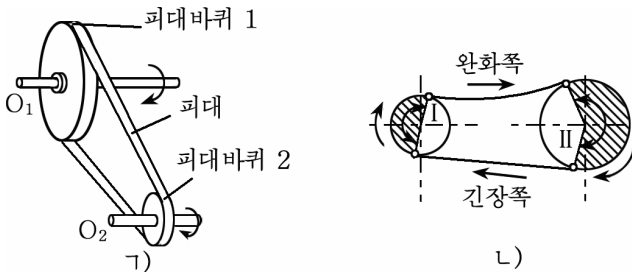



그림 1-34. 피대전동

이때 피대를 당기는 힘을 **당길힘**이라고 한다.

피대가 움직이기 전에 아래부분과 웃부분에서 당길힘은 초기 당길힘과 같다.

그림 1-34의 ㄱ)에서 보는바와 같이 피대바퀴 1이 주동피대바퀴이

고 피대바퀴 2가 종동피대바퀴라면 피대가 화살표방향으로 움직일 때 피대의 아래부분은 더 팽팽해지고 웃부분은 늦추어진다. 이때 아래부분은 **긴장쪽**이라고 하며 웃부분은 **완화쪽**이라고 한다.

긴장쪽에서의 당길힘을 S_2, 완화쪽에서의 당길힘을 S_1로 표시하자. 피대바퀴와 피대사이의 마찰힘 F는 긴장쪽과 완화쪽에서의 당길힘의 차와 같다. 즉

$$F=S_2-S_1$$

이 마찰힘에 의한 회전모멘트를 리용하여 주동피대바퀴가 피대를 거쳐 종동피대바퀴를 돌린다.

마찰힘을 크게 하자면 피대가 피대바퀴를 감싸고있는 접촉각 α를 크게 해야 하며 피대와 피대바퀴사이의 미끄럼마찰결수 f도 크게 해야 한다. 이를 위해서 기계에서는 조임바퀴를 많이 리용한다.

그림 1-35에는 조임바퀴를 리용한 피대전동장치를 보여주었다.

조임바퀴를 설치하면 접촉각이 커지며 피대에 언제나 일정한 힘을 보장할수 있다.

그림 1-35. 조임바퀴가 있는 피대전동

그림 1-34를 리용하여 피대전동장치에서 전동비를 계산하면 다음과 같다.

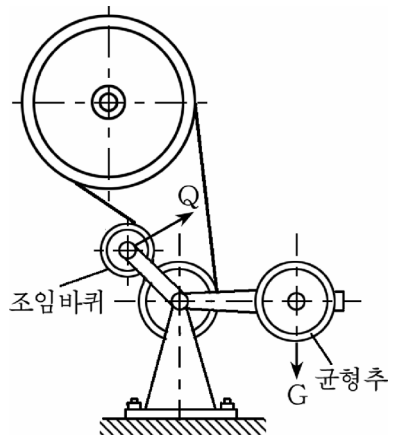
만일 피대전동에서 피대가 미끄러지지 않는다고 하면 두 피대바퀴의 원둘레속도는 같게 된다.

$$\frac{\pi D_1 n_1}{60}=\frac{\pi D_2 n_2}{60} \quad \text{또는} \quad D_1 n_1=D_2 n_2$$

여기서 D_1, D_2– 주동피대바퀴와 종동피대바퀴의 직경, m
n_1, n_2– 주동피대바퀴와 종동피대바퀴의 분당 회전수, r/min

따라서 피대바퀴의 전동비는 다음과 같다.

$$i_{12}=\frac{n_1}{n_2}=\frac{D_2}{D_1}$$

피대전동에는 평피대전동과 V피대전동이 있다.

(1) 평피대전동

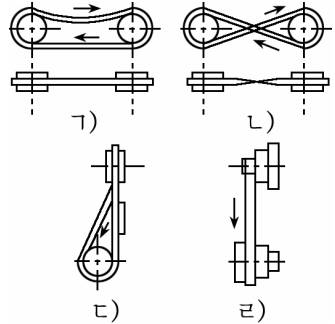
평피대란 피대의 자름면이 직4각형모양으로 된 피대를 말한다.

평피대전동은 피대를 걸어주는 방식에 따라 개방전동, 교차전동, 반교차전동, 계단전동으로 나눈다.(그림 1-36)

그림 1-36. 평피대전동의 형태

개방전동(그림의 ㄱ)은 평행인 두 축사이에서 주동축과 종동축을 같은 방향으로 돌려야 할 때 쓴다.

이때 피대의 긴장쪽이 아래에 놓이도록 하여야 접촉각이 커진다.

교차전동(그림의 ㄴ)은 평행인 두 축사이에서 종동축의 회전방향을 주동축의 회전방향과 반대로 하여야 할 때 쓴다.

반교차전동(그림의 ㄷ)은 어기는 두 축사이에 회전운동을 전달할 때 쓴다. 이 전동에서는 피대바퀴의 회전방향을 반대로 바꾸면 피대가 벗겨지므로 반대방향으로 돌리면 안된다.

계단피대전동(그림의 ㄹ)은 종동피대바퀴의 회전수를 여러가지로 얻기 위하여 쓴다.

계단피대전동에서 하나의 피대를 옮겨걸면서 여러개의 회전수를 얻자면 피대가 걸리는 두 바퀴의 직경의 합들이 서로 같아야 한다.

평피대바퀴의 걸면은 피대가 움직일 때 벗겨지지 않도록 중간부분을 약간 볼록하게 만든다.

(2) V피대전동

V피대란 피대의 자름면이 제형(쐐기형)으로 된 피대를 말한다.

그림 1-37과 같이 피대바퀴에 홈을 파고 V피대를 건 다음 피대바퀴를 돌리면 큰 힘을 전달할수 있다.

V피대전동에서는 보통 여러개의 V피대를 걸어준다.

V피대전동은 평피대전동에 비하여 접촉면적이 크므로 큰 동력을 전달할수 있다. 또한 전

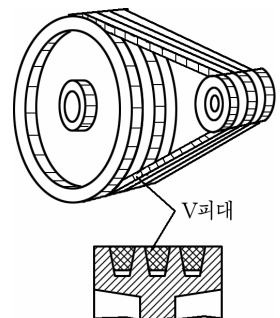



그림 1-37. V피대

동비를 크게 할수 있으며 축사이의 거리도 작게 할수 있다.

V피대전동은 련결부분이 없기때문에 작업이 원활하고 소리가 적게 나는 좋은 점이 있다. 그러나 V피대전동은 평행인 두 축사이에서만 운동을 전달할수 있으며 평피대전동에서처럼 축배치를 여러가지로 할수 없는 결함이 있다.

V피대는 그의 형과 치수가 규격화되여있다.

표 1-2에 V피대의 형과 치수를 주었다.

V피대의 형과 치수 표 1-2

형	너비 b /㎜	두께 h /㎜	자름면면적 A /cm^2	주동피대바퀴의 회전모멘트 M /N·m
M	10	6	0.47	<24.5
A	13	8	0.81	10.7~68
B	17	10.5	1.38	39~186
C	22	13.5	2.30	107~539
D	32	19	4.76	440~1 960
E	38	23.5	6.92	1 070~4 400
F	50	30	11.7	>2 150

3) 사슬전동

피대전동의 본질적인 결함은 피대와 피대바퀴사이의 미끄럼때문에 전동비가 일정하지 못하고 마찰힘이 제한되여 전달능력이 그리 크지 못한것이다.

이와 같은 결함을 극복하기 위하여 사슬전동을 쓴다.

사슬전동이란 사슬바퀴에 사슬을 걸어 회전운동을 전달하는것을 말한다.

실례로 자전거에서 발디디개를 돌리면 그와 련결된 사슬바퀴가 돌면서 사슬을 걸어당겨 뒤바퀴를 돌려준다.

사슬전동에서는 마찰에 의해서가 아니라 사슬바퀴와 사슬의 맞물림에 의하여 운동과 동력이 전달된다.(그림 1-38의 ㄱ)

사슬은 바깥련결판, 속련결판, 축, 토시, 로라로 되여있다.(그림 1-38의 ㄴ)

그림 1-38. 사슬전동

축과 바깥련결판, 토시와 속련결판은 서로 움직이지 못하게 억세게 맞추고 토시는 축에서, 로라는 토시에서 제각기 돌수 있게 만들었다.

사슬전동에서도 피대전동에서와 같이 긴장쪽과 완화쪽이 있다.

사슬이 사슬바퀴에서 맞물려 돌아갈 때 두 사슬바퀴의 원둘레속도는 같다.

$$\frac{z_1 t n_1}{60} = \frac{z_2 t n_2}{60}$$

사슬의 피치(t)는 린접한 두 사슬축의 중심사이의 거리이다.(그림 1-38의 ㄴ)

웃식으로부터 $z_1 n_1 = z_2 n_2$

따라서 사슬전동의 전동비는

$$i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}$$

이와 같이 사슬전동의 전동비는 종동사슬바퀴의 이발수를 주동사슬바퀴의 이발수로 나누어 구할수 있다.

사슬전동은 정확한 전동비를 보장할수 있으며 피대전동에 비하여 큰 동력을 전달할수 있는 좋은 점을 가지고있다.

그러나 사슬전동은 사슬이 마모되여 늘어나면 맞물림이 정확하지 못하고 만드는 품도 많이 들며 평행인 축에서만 운동을 전달할수 있는 결함이 있다. 그러므로 사슬전동은 두 축사이의 거리가 비교적 크며 전동비를 정확히 보장해야 할 곳에 쓴다.

사슬전동은 공작기계, 굴착기, 농기계, 자전거, 모터찌클 등에 널리 쓰인다.

4) 치차전동

치차는 일반기계들에서 가장 많이 리용되고있는 기본적인 운동전달 기구이다. 치차전동을 쓰지 않는 기계란 거의 없다. 그러므로 기계의 운동원리를 정확히 리해하자면 치차전동에 대하여 잘 알아야 한다.

(1) 치차전동에 대한 개념

그림 1-39의 ㄱ)와 같은 마찰바퀴전동에서 바퀴들이 서로 미끄러지지 않고 돌아가도록 하기 위하여 바퀴겉면에 그림의 ㄴ)와 같이 꼭같은 이발들을 붙였다고 하자.

이때 두 바퀴를 돌린다면 이발들이 걸려서 바퀴는 돌지 못할것이다. 그러나 그림의 ㄷ)와 같이 맞은편 이발들이 들어갈수 있도록 바퀴겉면에 홈을 파준다면 그림의 ㄹ)와 같이 축사이거리를 그대로 두어도 거침없이 돌아갈것이다.

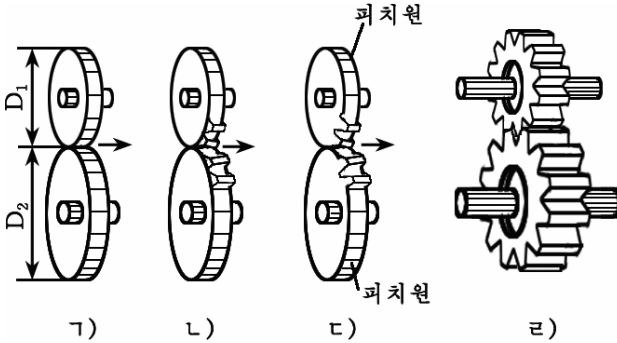



그림 1-39. 치차전동의 원리

바로 이와 같은 원리로 만든것이 치차이다.

치차전동에서는 치차이발들의 맞물림에 의하여 주동치차로부터 종동치차로 운동과 동력을 전달한다.

그런데 서로 맞물리는 치차의 이발테두리는 일정한 모양의 곡선으로 되여있다.

이발테두리에 쓰이는 곡선은 여러가지가 있는데 흔히 쓰이는것은 인볼류트곡선이다. 이발테두리가 인볼류트곡선으로 이루어져있는 치차를 **인볼류트치차**라고 한다.

치차는 피치원의 직경, 이발끝원과 밑원의 직경, 이발의 높이와 같은 기본치수로 규정한다.(그림 1-40)

치차의 **피치원**이란 치차가 돌아갈 때 서로 미끄러지지 않고 굴러간다고 볼수 있는 원을 말한다.

이발의 **끝원**이란 치차에서 이발끝이 지나는 원을 말하며 **밑원**이란 이발밑을 지나는 원을 말한다.

그림 1-40. 치차의 기본치수

치차의 기본치수는 모쥴과 이발수로 계산한다.

치차의 **모쥴**이란 피치를 π로 나눈 값을 말한다.

치차에서 **피치**란 피치원우에서 잰 한 이발에서부터 다른 이발까지의 활등의 길이를 말하는데 문자 t로 표시한다.

즉 피치 t는 피치원둘레를 따라 잰 한 이발의 두께 a와 이발홈의 너비 S를 더한것과 같다.(그림 1-40)

$$t=a+S$$

치차가 서로 맞물리면서 돌아가자면 두 치차의 피치가 같아야 한다. 치차의 이발수를 Z, 피치원의 직경을 D라고 하면 피치원의 원둘레의 길이는 $\pi D = tZ$ 이므로 여기로부터 D를 구하면 다음과 같다.

$$D = \frac{t}{\pi} Z$$

이 식에서 π는 옹근수가 아니므로 피치원의 직경을 계산하는데 매우 불편하다.

이런 불편을 없애기 위하여 피치 t를 π로 나눈 값을 리용하는데 이것이 바로 모쥴이다. 모쥴은 m으로 표시한다.

모쥴을 리용하면 치차의 치수를 계산하기가 매우 편리하다.

모쥴의 값은 국가규격으로 규격화되여있다.

두 치차가 맞물리자면 두 치차의 모쥴이 같아야 한다.

치차의 기본치수들은 다음과 같은 식으로 계산한다.

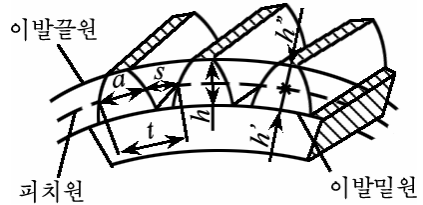
① 피치원의 직경 D

$$D=m \cdot Z$$

② 이발의 높이 h

이발의 끝높이 $h'=m$

이발의 밑높이 $h''=1.25m$

따라서 이발높이 $h=h'+h''=2.25m$

③ 이발끝원의 직경 $D_{끝}$

$$D_{끝}=D+2h'=mZ+2m=m(Z+2)$$

④ 이발밑원의 직경 $D_{밑}$

$$D_{밑}=D-2h''=mZ-2\times1.25m=m(Z-2.5)$$

(2) 치차전동의 종류

치차전동은 축의 배치에 따라 원통치차전동, 원추치차전동, 웜전동 등으로 나눈다.

- 원통치차전동

원통치차는 서로 평행인 두 축사이의 회전운동을 전달할 때 쓴다.

원통치차에는 직선이발원통치차, 경사이발원통치차, 쌍경사이발원통치차가 있다.

직선이발원통치차(그림 1-41의 ㄱ)는 치차이발들이 축에 대하여 평행으로 배치된 치차이다. 이 치차는 경사이발원통치차보다 만들기 쉬우므로 치차전동에서 가장 많이 쓰인다.

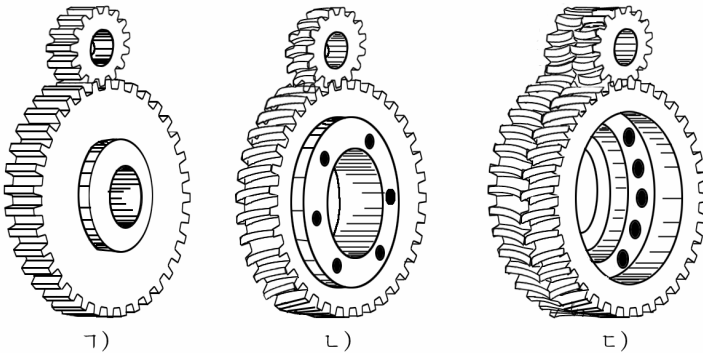



그림 1-41. 원통치차의 종류

그러나 직선이발원통치차는 돌아갈 때 동시에 맞물리는 이발쌍이 둘보다는 많지 않기때문에 큰 힘을 전달하지 못하며 맞물림이 원활하지 못하다.

경사이발원통치차(그림의 ㄴ)는 이발들이 축에 대하여 경사져있는 치차로서 맞물리고있는 이발쌍이 항상 2개보다 많고 한 이발을 놓고 보아도 맞물릴 때 차례차례 맞물려 돌아가기때문에 작업이 원활한것이 특징이다. 그러므로 이 치차는 주로 큰 힘을 전달하거나 속도가 빠른 전동에서 쓴다.

쌍경사이발원통치차(그림의 ㄷ)는 경사진 이발들이 서로 대칭으로

마주서게 만든 치차이다. 그러므로 이 치차를 쓰면 축방향으로 미는 힘이 생기는것을 없앨수 있다.

그림 1-42의 ㄴ)에서 보는바와 같이 이 치차에서 축방향힘 A는 서로 비겨서 령으로 된다. 즉 이 치차는 축방향으로 아무런 힘도 작용하지 않는다.

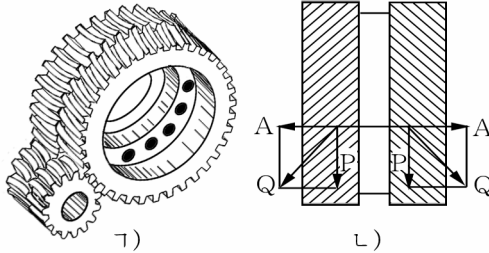



그림 1-42. 쌍경사이발원통치차에서 축방향힘의 비김

이 치차는 경사이발원통치차가 가지고있는 좋은 점들을 다 가지고 있으므로 큰 동력을 전달하는 기계들에서 널리 쓰인다.

원통치차전동에서 전동비를 계산하자.

원통치차전동에서 두 치차가 맞물려 돌아갈 때 피치원에서는 서로 미끄럼이 없다. 그러므로 두 치차가 맞물리는 피치원우에서 원둘레속도는 같다.

$$\frac{\pi D_1 n_1}{60} = \frac{\pi D_2 n_2}{60}$$

여기서 n_1, n_2- 주동치차와 종동치차의 분당 회전수, r/min

그러므로 $$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

한편 $D_1=mZ_1$, $D_2=mZ_2$이므로

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

따라서 전동비는 $$i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

여기서 Z_1, Z_2- 주동치차와 종동치차의 이발수

우의 식에서 알수 있는바와 같이 원통치차전동에서 전동비는 치차의 직경이나 이발수를 알면 계산할수 있다.

- 원추치차전동

원추치차는 원추의 옆면에 이발이 있는 치차를 말한다.

원추치차는 두 축이 사귈 때(보통 90°인 때) 회전운동을 전달하기 위하여 쓴다.(그림 1-43)

원추치차에는 직선이발원추치차, 경사이발원추치차, 곡선이발원추치차가 있다.(그림 1-44)

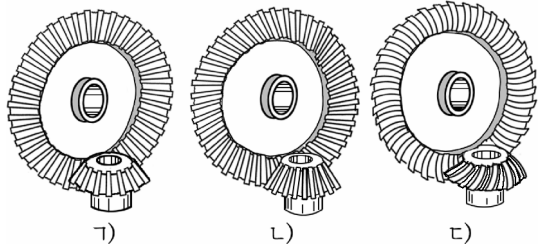
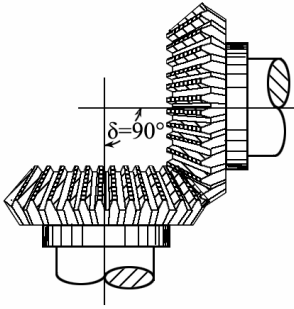



그림 1-43. 원추치차의 축배치

그림 1-44. 원추치차의 종류
ㄱ) 직선이발원추치차, ㄴ) 경사이발원추치차,
ㄷ) 곡선이발원추치차

원추치차도 원통치차와 맞물림특성이 같다고 볼수 있다.

경사이발이나 곡선이발을 가진 치차는 직선이발치차보다 큰 힘을 전달할수 있고 작업이 원활하다.

그러나 이런 치차들은 만드는데 품이 많이 들기때문에 자동차나 뜨락또르와 같이 큰 힘을 전달하며 전동이 원활해야 할 곳에만 쓴다.

원추치차쌍에서의 전동비도 원통치차에서와 같은 방법으로 계산한다.

- 웜전동

웜전동은 서로 수직으로 어기는 두 축사이에 회전운동을 전달하는데 쓰이는 치차전동의 한 형태이다.

웜전동은 웜과 웜치차에 의하여 진행되는데 웜은 제형나사와 같이 생겼고 웜치차는 경사이발원통치차와 비슷하게 생겼다.(그림 1-45)

웜도 나사에서와 같이 라선의 수에 따라 한겹웜, 두겹웜 등으로 나눈다.

한겹웜에서 웜을 한바퀴 돌리면 웜치차는 한 이발만큼 돌아가고 두겹웜에서 웜을 한바퀴 돌리면 웜치차는 두 이발만큼 돌아간다.

웜치차
웜

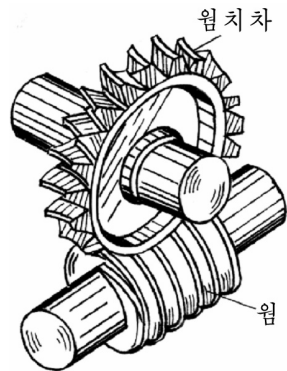



그림 1-45. 웜전동

이것은 마치 웜의 겹수를 이발수와 같이 볼수 있다는것을 말하여준다. 따라서 웜전동의 전동비는 원통치차전동의 전동비와 같은 방법으로 계산한다.

$$i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

여기서 n_1, n_2- 웜과 웜치차의 분당 회전수, r/min

Z_1, Z_2- 웜의 겹수와 웜치차의 이발수

웜전동은 우에서 본바와 같이 전동비가 큰것이 특징이다.

실례로 한겹웜을 쓸 때 웜전동의 전동비는 웜치차의 이발수와 같다. 그러므로 웜전동을 쓰면 한번에 회전수를 많이 떨굴수 있다.

웜전동에서는 흔히 웜이 주동이고 웜치차가 종동이다.

한겹웜전동에서 종동인 웜치차를 돌리면 주동인 웜은 돌아가지 못하는데 이와 같은 현상을 **자체제동현상**이라고 한다.

이것이 또한 웜전동이 가지고있는 특징의 하나이다.

웜전동에서 자체제동현상은 짐을 들어올리는 권양기에서 중요하게 쓰이고있다. 그리고 웜전동은 나사쌍과 같이 련속적으로 맞물려 돌아가므로 작업이 원활하고 소리가 적게 나는것이 특징이다.

그러나 웜전동은 전동효률이 낮은 결함이 있다.

3. 유압전동장치

유압전동장치는 인민경제 여러 부문들에서 생산공정을 자동화하기 위한 기본수단의 하나로서 널리 쓰이고있다. 유압식으로 만든 기계는 기계식으로 만든것보다 강재도 적게 들고 수명도 길기때문에 생산공정에 유압기술을 받아들여 널리 리용하는것은 하나의 추세로 되고있다.

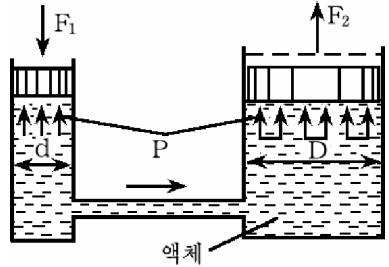
여기서는 현대적인 기계설비들에 많이 리용되고있는 유압전동장치의 가장 일반적인 기초지식들에 대하여 배우게 된다.

1) 유압전동장치에 대한 개념

기계식전동과는 달리 유압전동은 기름의 압력에네르기를 리용하여 힘과 운동을 전달한다.

유압전동의 원리를 그림 1-46과 같이 서로 다른 두 실린더가 관으로 련결되여있고 여기에 기름이 차있으며 피스톤에 의하여 밀폐된 경우를 놓고 보기로 하자.

그림 1-46. 유압전동의 원리

직경이 작은 피스톤에 힘 F_1를 가하면 실린더안에는 압력이 작용하게 된다.

이때 생긴 기름의 압력은 다음과 같다.

$$P=\frac{F_1}{S_1}=\frac{F_1}{\frac{\pi d^2}{4}}=\frac{4F_1}{\pi d^2}$$

여기서 P− 기름이 받는 압력, Pa

F_1− 피스톤에 가한 힘, N

S_1− 직경이 d인 피스톤의 면적, m²

이 압력은 파스칼의 법칙에 의하여 직경이 D인 피스톤에 그대로 작용하게 된다. 그리하여 직경이 D인 피스톤에서는 다음과 같은 힘이 작용한다.

$$F_2=P\cdot S_2=P\cdot\frac{\pi D^2}{4}=\frac{4F_1}{\pi d^2}\cdot\frac{\pi D^2}{4}=F_1\cdot(\frac{D}{d})^2$$

여기서 F_2- 직경이 D인 피스톤에 작용하는 힘, N

S_2- 직경이 D인 피스톤의 면적, m²

이 식에서 알수 있는것처럼 $D>d$라면 $F_2>F_1$이다. 즉 작은 힘으로도 큰 힘을 얻을수 있다.

이 원리를 리용하여 1만t프레스와 같이 큰 대형프레스도 만든다.

유압전동장치는 유압뽐프, 유압조종 및 조절변, 유압원동기, 기름통 등으로 되여있다.(그림 1-47)

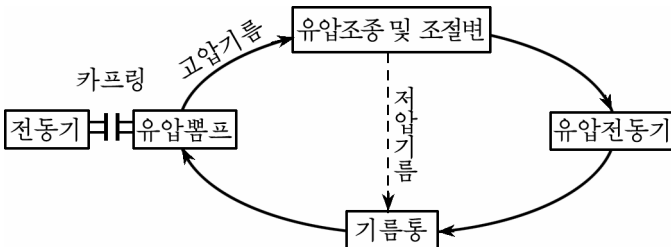



그림 1-47. 유압전동장치의 구성

유압뽐프는 전동기나 내연기관으로부터 기계적에네르기를 받아 기름에 압력에네르기를 주는 역할을 한다.

유압원동기는 작업기름의 압력에네르기를 다시 기계적에네르기로 바꾸어 일을 수행하는 역할을 한다.

유압조종 및 조절변들은 뽐프에서 보내오는 기름을 작업부하에 알맞게 조절하여 원동기에 보내주는 역할을 한다. 즉 원동기의 속도와 힘의 방향은 유압조종 및 조절변을 리용하여 마음대로 조절할수 있다.

유압전동장치의 매개 부분들이 구체적으로 어떤 역할을 하는가를 자동차의 적재함에 설치한 유압전동장치를 통하여 보자.(그림 1-48)

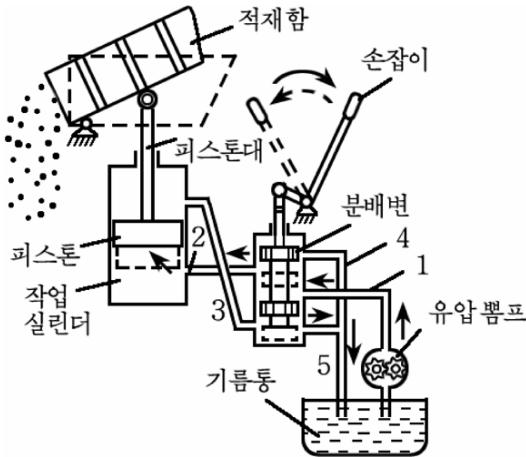



그림 1-48. 자동짐부림장치

자동차적재함에 있는 짐을 부리우자면 적재함에 련결되여있는 피스톤대를 우로 올리밀어야 한다.

이를 위해 유압뽐프는 기름통에 들어있는 기름을 퍼올려 관 1을 거쳐 분배변실로 보낸다.

그림과 같은 위치에서 분배변은 작업실린더의 아래공간과 관 2를 통하여 련결되여있으므로 기름은 작업실린더의 아래공간으로 들어가 피스톤을 우로 올려밀게 된다. 그러면 피스톤대와 련결된 적재함이 우로 들리우면서 짐을 부리운다.

한편 작업실린더의 웃공간에 차있던 기름은 관 3을 따라 분배변, 관 5를 거쳐 기름통으로 들어간다.

들어올렸던 적재함을 내리울 때에는 손잡이를 왼쪽으로 옮긴다.

이때 분배변은 그림에서 점선을 친 부분에 오게 되므로 유압뽐프에서 보내는 기름은 관 1과 분배변을 거쳐 관 3을 따라 작업실린더의 웃공간으로 들어가 피스톤을 내리민다.

작업실린더의 아래공간에 있던 기름은 관 2, 분배변, 관 4를 따라 기름통으로 들어간다.

이상에서 본바와 같이 적재함을 오르내리게 하는것은 손잡이로 분배변을 움직여서 한다.

적재함을 내리울 때에는 유압을 쓰지 않고 적재함의 제 무게를 리용할수도 있다.

유압전동장치는 치수를 작게 하면서도 큰 힘을 얻을수 있고 작업과정에 속도의 크기와 방향을 쉽게 바꿀수 있으며 복잡한 운동을 원활하게 조종할수 있다.

또한 과부하로부터 쉽게 보호할수 있고 작업을 쉽게 자동화할수 있는 좋은 점이 있다.

그러나 유압전동장치는 높은 정밀도를 요구하기때문에 만드는데 품이 많이 들며 광물성기름을 사용하므로 불이 달리지 않도록 주의해야 한다.

유압전동장치는 좋은 점이 많기때문에 자동차와 뜨락또르, 공작기계, 건설기계, 로보트 등에 많이 쓰인다.

2) 유압뽐프

뽐프란 낮은 곳에 있는 물이나 기름과 같은 액체를 높은 곳으로 퍼올리거나 압력이 낮은 액체를 빨아들여 높은 압력으로 내보내는 일을 하는 기계이다.

유압뽐프는 작업액체로 기름을 리용하는 뽐프이다.

이러한 유압뽐프로는 흔히 체적식뽐프를 리용한다.

그러면 체적식뽐프의 작업원리를 우리가 흔히 보는 주사기를 통하여 간단히 보기로 하자.

그림 1-49의 ㄱ)에서와 같이 주사기의 주둥이를 물그릇에 박고 피스톤대를 뒤로 당기면 실린더내부의 공간은 커진다. 이때 실린더내부의 압력은 낮

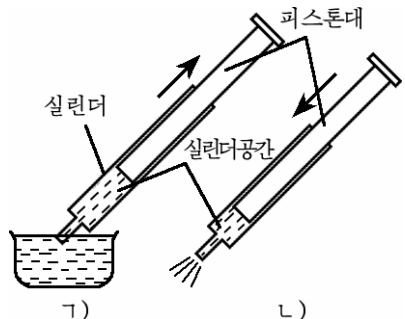



그림 1-49. 체적식뽐프의 작용원리

아져 주둥이를 통하여 물이 들어가게 된다.

반대로 피스톤대를 누르면 체적이 줄어들면서 그 공간의 압력도 높아진다.(그림의 ㄴ) 이때 실린더안에 들어있던 물이 주둥이를 거쳐 밖으로 빠져나간다.

이와 같이 작업공간의 체적변화를 리용하여 물이나 기름을 빨아들이고 내보내는 뽐프를 **체적식뽐프**라고 한다.

체적식뽐프에는 여러가지가 있지만 주로 회전날개뽐프와 치차뽐프가 많이 쓰인다.

(1) 회전날개뽐프

회전날개뽐프는 크게 본체와 회전자, 날개로 되여있다.(그림 1-50)

그림에서 보는바와 같이 본체에는 흡입구멍과 배출구멍이 있으며 회전자에는 날개가 드나드는 홈이 있다.

한편 회전자는 본체의 중심으로부터 일정한 거리 e만큼 편심되여있다.

그림 1-50. 회전날개뽐프

회전자를 돌리면 날개들은 원심현상에 의하여 밖으로 밀리우면서 본체의 안벽에 밀착되여 회전자와 함께 돌아간다.

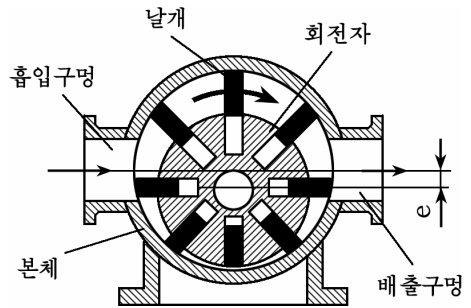
이때 흡입구멍으로 들어온 기름은 회전자와 본체, 날개사이의 공간에 채워져 날개를 따라 돌다가 배출구멍으로 빠져나간다.

회전자가 돌아갈 때 기름이 차있는 날개들사이의 공간의 체적은 흡입구멍쪽에서는 점차 커지다가 배출구멍쪽에서는 점차 작아진다. 즉 흡입구멍의 압력은 낮고 배출구멍의 압력은 높아진다.

이리하여 회전자가 한바퀴 돌아갈 때 뽐프작용을 한번 한다.

회전자를 계속 돌리면 뽐프흡입구의 압력은 기름통안에 작용하는 대기압보다 낮기때문에 기름통안의 기름이 압력이 낮은 뽐프흡입구로 계속 흐르게 된다.

뽐프에서 기름이 배출되는 량은 편심량 e를 변화시켜 조절할수 있다.

편심량이 $e=e_{최대}$인 경우에는 배출량이 최대로 되며 $e=0$인 경우에는 배출량이 령으로 된다. 이런 뽐프를 **조절식뽐프**라고 한다.

회전날개뽐프는 공작기계, 프레스, 기중기, 굴착기와 같은 기계들과 자동차, 뜨락또르의 유압계통들에 널리 쓰인다.

(2) 치차뽐프

치차뽐프는 크게 본체와 한쌍의 치차로 되여있다.(그림 1-51)

그림에서 보는바와 같이 본체에는 흡입구멍과 배출구멍이 있다.

주동치차는 축과 키로 련결되여있으며 종동치차는 축우에서 자유로이 돌아갈수 있다.

두 치차가 맞물려 돌아가는쪽이 출구이며 맞물림이 벗어지는쪽이 입구이다. 두 치차가 서로 맞물려 돌아갈 때 입구쪽에서는 공간의 체적이 커지면서 부분적으로 진공이 형성된다.

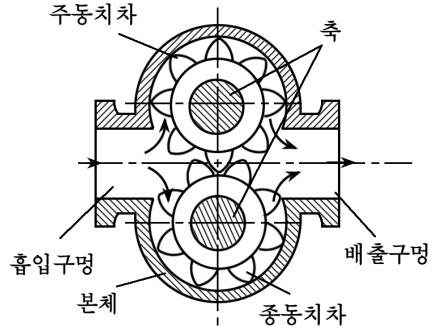



그림 1-51. 치차뽐프

이때 입구에서는 흡입작용이 일어나면서 치차의 이발홈에 기름이 채워지게 된다. 이 이발홈에 채워진 기름은 치차가 돌 때 같이 따라돌면서 출구쪽으로 옮겨간다.

출구쪽에서는 작업공간이 작아지면서 이발홈에 차있는 기름을 압축하게 된다. 압축된 기름은 배출구멍을 통하여 밖으로 빠져나간다.

치차를 계속 돌리면 흡입구멍에서는 기름을 계속 빨아들이고 배출구멍에서는 기름을 계속 내보낸다.

치차뽐프는 구조가 간단하고 다루기 쉬우므로 자동차, 뜨락또르, 건설기계, 운반기계 등의 유압계통에 많이 쓰인다.

3) 유압원동기

원동기란 한 형태의 에네르기를 기계적일로 변화시키는 기계를 말한다.

실례로 전동기는 전기에네르기를 기계적일로 전환시키는 원동기이며 자동차나 뜨락또르의 내연기관은 휘발유나 디젤유가 가지고있는 열에네르기를 기계적일로 전환시키는 원동기이다.

이와 마찬가지로 유압원동기는 기름이 가지고있는 압력에네르기를 기계적일로 바꾸어주는 기계이다.

유압원동기는 기계에서 작업부분에 직접 힘과 운동을 주는 수행기관의 역할을 하므로 유압수행기구라고도 한다.

유압원동기는 구조상으로 볼 때 여러가지가 있으나 여기서는 많이 쓰이는 직선운동하는 원동기와 회전운동하는 원동기만을 보기로 한다.

(1) 직선운동하는 유압원동기

직선운동하는 유압원동기로는 피스톤식유압원동기가 많이 쓰인다.(그림 1-52)

그림 1-52. 피스톤식유압원동기의 략도

그림에서 보는바와 같이 이 원동기는 피스톤과 실린더로 되여있다.

실린더의 량쪽끝부분에는 기름이 드나드는 구멍이 있다.

기름이 실린더의 왼쪽으로 들어가면 피스톤에 작용하는 기름의 압력에 의하여 피스톤이 오른쪽으로 이동하면서 실린더의 오른쪽 공간에 들어있는 기름을 밀어낸다.

반대로 실린더의 오른쪽으로 기름이 들어가면 실린더는 왼쪽으로 이동하게 된다. 이렇게 실린더는 량쪽에 있는 기름구멍으로 기름이 엇바꾸어 들어갔다나왔다하면서 테블의 왕복운동을 보장한다. 이때 테블의 왕복운동속도는 실린더안으로 들어가는 기름의 흐름량으로 조절한다.

직선운동하는 유압원동기에는 유압이 한쪽으로만 작용하는 한쪽작용유압원동기도 있다. 이 원동기에는 기름이 드나드는 구멍이 실린더의 한쪽(피스톤의 머리쪽 또는 피스톤대쪽)에만 있다.

이 원동기는 구조가 간단하고 다루기 쉽기때문에 공작기계, 건설기계, 로보트 등 현대적인 기계들에서 널리 쓰인다.

기중기나 프레스와 같이 작업행정거리가 커서 한개의 실린더를 가지고 작업을 보장할 수 없는 경우에는 여러개의 계단실린더를 가진 유압원동기를 리용한다.(그림 1-53)

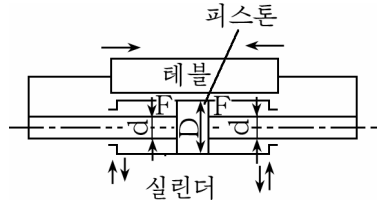
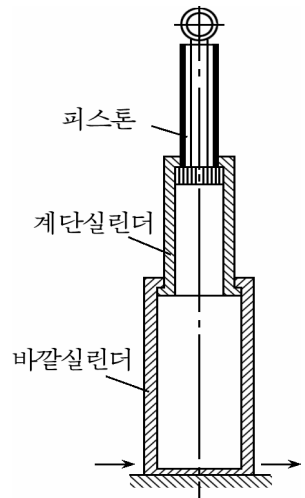



그림 1-53. 계단실린더식 유압원동기

(2) 회전운동하는 유압원동기

회전운동하는 유압원동기에는 여러가지가 있지만 가장 많이 쓰이는 것은 치차식과 회전날개식이다.

- 치차식유압원동기

이 원동기의 구조는 앞에서 본 치차뽐프와 같으며 작용원리는 뽐프와 반대로 고찰하면 된다.

그림 1-54에서 보는바와 같이 이 원동기에서는 한쪽 치차가 출력축과 직결되여 있으며 기름은 어느 한쪽으로 들어가 치차를 돌리면서 치차둘레를 따라 지나간다.

기름을 공급하는 구멍을 바꾸면 회전방향이 반대로 된다.

그림 1-54. 치차식유압원동기의 작용원리

- 날개식유압원동기

날개식유압원동기도 회전날개뽐프와 구조상 큰 차이가 없다. 다만 날개밑에 용수철이 설치된것이 다를뿐이다.

날개식뽐프를 유압원동기로 쓰면 처음에는 축이 회전하지 않기때문에 날개가 벽에 붙지 못하며 압력을 가진 기름을 아무리 공급해도 회전자가 돌지 못하게 된다.

이런 현상을 막기 위하여 원동기에는 날개밑에 용수철을 설치해주어 날개가 항상 본체의 안벽에 가붙게 된다.

원동기에 기름이 공급되면 날개는 기름의 압력에 의하여 날개면에 수직인 힘을 받게 된다. 이 힘에 의하여 회전자가 돌아간다.

날개와 본체의 안벽사이에 채워진 기름은 회전자의 회전방향을 따라 돌다가 배출구로 빠져나간다.(그림 1-55)

날개식유압원동기의 날개는 보통 8~13개정도이며 날개가 아무리 마모되여도 날개밑에 있는 용수철이 항상 밀어주기때문에 사용압력은 변하지 않는다.

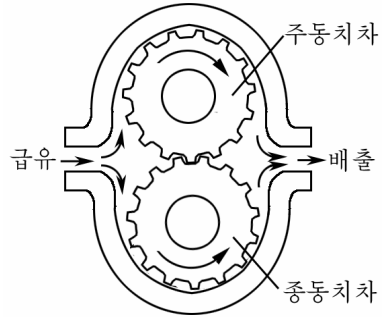
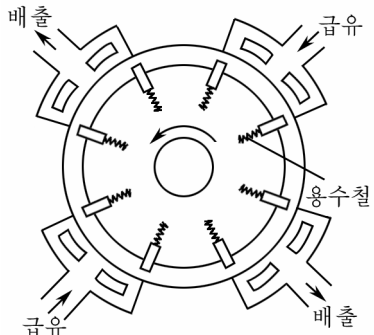



그림 1-55. 날개식유압원동기의 작용원리

회전날개식유압원동기는 치차식원동기를 쓰는 모든 곳에 쓸수 있다.

4) 유압전동장치의 조종 및 조절변

유압원동기의 속도와 힘, 방향을 작업대상과 조건에 맞게 조절하기 위해서는 유압뽐프로부터 오는 기름의 흐름방향을 바꾸어주며 기름의 압력과 흐름량을 조절해주어야 한다.

이를 위하여 유압전동장치에는 여러가지 변들이 쓰이는데 이런 변들을 **유압조종** 및 **조절변**이라고 한다. 이가운데서 기름의 흐름방향을 바꾸어주는 변을 **방향조종변**이라고 하며 기름의 흐름량을 조절하는 변을 **압력** 및 **속도조절변**이라고 한다.

(1) 방향조절변

유압전동장치의 방향조절변에는 역지변과 분배변이 있다.

역지변은 기름이 한방향으로만 흐르게 하고 거꾸로는 흐르지 못하게 하는 변이다.(그림 1-56)

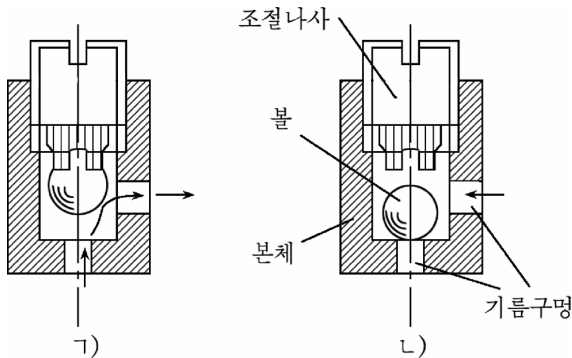



그림 1-56. 역지변의 작용원리

그림의 ㄱ)에서 보는바와 같이 본체의 아래에 있는 기름구멍으로 기름이 들어오면 볼이 우로 들리면서 통로를 열어준다.

그러면 기름이 본체의 우에 있는 기름구멍으로 빠져나간다.

반대로 본체의 우에 있는 기름구멍으로 기름이 들어오면 볼이 아래로 눌리우면서 통로를 막아주므로 기름이 변을 통과하지 못한다.(그림의 ㄴ)

분배변은 여러개의 기름통로를 련결해주어 기름의 흐름방향을 분배해주는 변인데 많이 쓰이는것은 미끄럼식분배변이다.

미끄럼식분배변은 본체와 변밀대로 되여있다.(그림 1-57의 ㄱ)

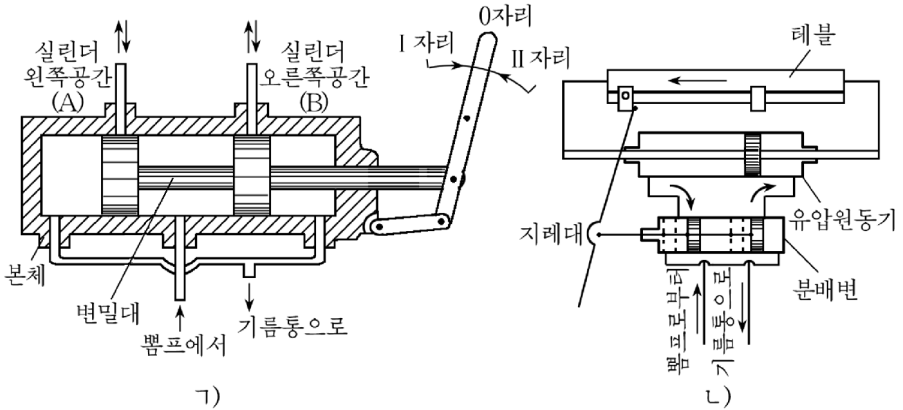



그림 1-57. 미끄럼식분배변의 작용원리
ㄱ) 구조, ㄴ) 작용원리

변밀대는 지레대에 의하여 좌우로 직선운동하게 되여있다.

본체에는 기름이 드나드는 기름통로들이 있는데 이것은 유압뽐프와 원동기, 기름통과 각각 련결되여있다.

그림의 ㄴ)와 같은 상태에서 뽐프로부터 분배변으로 기름이 들어오면 기름은 분배변과 본체사이의 공간을 거쳐 화살표방향으로 빠져나간다. 이때 실린더의 오른쪽으로 기름이 들어가면서 피스톤을 왼쪽으로 밀게 된다. 따라서 피스톤대와 련결된 테블이 왼쪽으로 이동한다.

변밀대를 왼쪽으로 당겨서 점선을 친 위치에 놓으면 기름의 방향은 바뀌여 실린더의 왼쪽 공간으로 기름이 들어가면서 테블을 오른쪽으로 이동시킨다.

변밀대를 이동시켜 실린더로 들어가는 기름구멍을 모두 막아버리면 테블은 움직이지 않는다.(그림 1-57의 ㄱ)

변밀대를 좌우로 이동시키는것은 손으로도 할수 있고 테블에 설치한 두개의 턱으로 변밀대와 련결된 지레대를 움직여 할수도 있다.

이렇게 하면 테블에 달아놓은 두개의 턱이 엇바꾸어 지레대를 움직이면서 자동적으로 미끄럼변을 동작시킨다.

(2) 압력조절변

가정용전기설비들에 과전압이 걸리면 전기설비들이 큰 전기사고를 일으킬수 있다. 이로부터 전기설비들을 사용할 때에는 사고를 미리막고

전기설비를 보호하기 위해서 휴즈(안전기)를 쓴다. 이와 마찬가지로 유압전동장치에서도 기름통로의 압력이 지나치게 높아지면 관들이 터지거나 유압요소들이 파괴될수 있다. 그러므로 유압전동장치에는 기름통로의 압력을 일정하게 유지해주는 압력조절변이 쓰인다.

현재 많이 쓰고있는 압력조절변에는 볼형안전변이 있다.

안전변은 기름통로안에서의 압력이 이미 선정한 허용압력보다 높아지지 않게 하는 역할을 한다.

볼형안전변은 본체와 볼, 용수철, 조절나사로 되여있다.(그림 1-58)

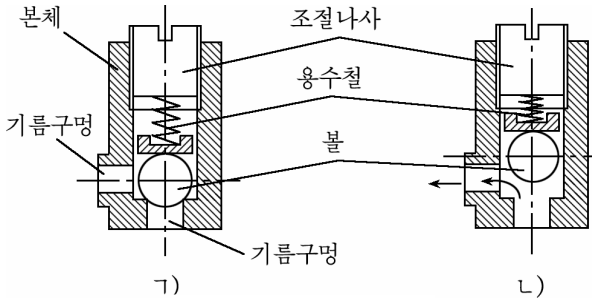



그림 1-58. 볼형안전변

정상상태에서 볼은 본체의 아래에 있는 용수철에 눌리워 기름구멍을 막고있다.(그림의 ㄱ)

기름압력이 허용압력보다 낮을 때에는 변이 작용하지 않지만 기름의 압력이 정상압력보다 높아지면 기름은 용수철의 힘을 극복하면서 볼을 우로 올려밀게 된다.(그림의 ㄴ) 이때 본체로 들어온 기름이 본체의 우에 있는 기름구멍을 거쳐 기름통으로 빠져나가면서 압력을 떨구게 된다.

회로안의 기름압력이 정상압력으로 되면 용수철의 힘에 의하여 볼은 다시 닫긴다. 볼을 누르는 용수철의 힘은 조절나사로 조절한다.

이 변은 구조가 간단하고 다루기 쉬우므로 유압기구들에서 많이 쓰인다.

(3) 속도조절변

유압원동기의 속도를 조절하기 위하여 속도조절변을 쓴다.

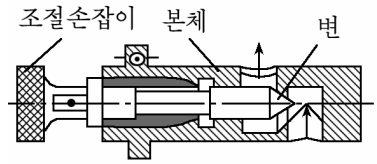
속도조절의 원리는 기름이 통과하는 자름면의 면적을 변화시켜 그것을 통과하는 기름의 흐름량을 조절하는데 있다.

속도조절변을 리용하여 원동기로 들어가는 기름의 흐름량을 크게 하면 원동기의 작업속도는 빨라지고 흐름량을 작게 하면 속도는 떠진다.

그림 1-59. 원추형조임변

속도조절변으로서는 조임변을 쓴다.

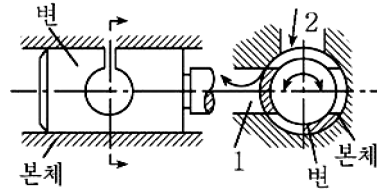
조임변에는 원추형과 회전형이 있다.

원추형조임변은 본체와 변으로 되여있다.(그림 1-59)

변의 끌에는 조절손잡이가 달려있는데 손잡이를 돌리면 변이 축방향으로 움직이면서 기름통로의 자름면면적을 크게 또는 작게 해준다. 이 통로의 자름면면적이 변하는데 따라 그것을 통과하는 기름의 흐름량도 달라지므로 손잡이를 돌려 유압원동기의 속도를 마음대로 조절할수 있다. 그러나 이 변은 흐름량조절범위가 작고 조절을 세밀하게 할수 없는 경향이 있다.

회전형조임변은 변과 본체로 되여있다.(그림 1-60)

그림 1-60. 회전형조임변

이 조임변에서 기름은 기름통로 2로부터 1로 흐른다.

변을 왼쪽으로 돌리면 통로의 자름면면적은 점차 커지다가 90° 돌렸을 때 통로 2와 1이 련결되면서 가장 큰 흐름량을 보장한다.

이 조임변을 쓰면 원추형조임변의 결함을 없앨수 있다.

5) 보조장치

(1) 기름통

기름통은 작업기름을 저장하는것과 함께 작업기름속에 들어있는 불순물을 분리하고 가열된 기름을 랭각시키는 역할을 한다.

기름통에는 개방형과 밀폐형이 있다.

개방형기름통에는 공기구멍이 설치되여있는데 이 구멍을 통하여 기름통안에는 항상 대기압이 작용한다.

밀폐형기름통은 공기구멍이 없이 완전히 밀폐되여있으며 기름통안에는 압축공기를 불어넣어 일정한 압력을 보장하도록 되여있다.

일반기계들에서는 개방형기름통을 많이 쓰며 밀폐형기름통은 특수한 부분에만 쓴다.

그림 1-61에는 많이 쓰이고있는 개방형기름통의 구조를 주었다.

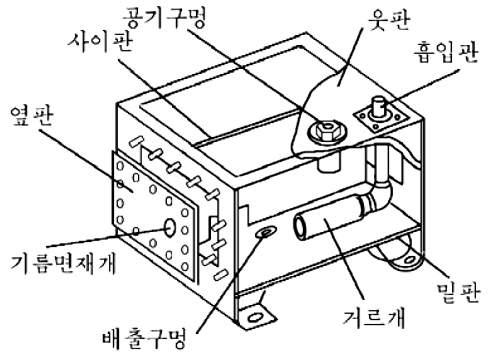
그림에서 보는바와 같이 기름통은 웃판, 밑판, 옆판, 사이판 등으로 되여있다.

웃판에 있는 공기구멍은 항상 대기와 련결되여있고 옆판에는 기름면재개가 있다.

청소할 때에는 옆판을 분리해낼수 있게 기본틀과 옆판을 나사로 련결하였다.

그림 1-61. 개방형기름통의 구조

작업할 때 기름이 출렁이는것을 막기 위하여 기름통안에는 사이판을 두었다.

밑판에는 어지러운 기름을 뽑아내기 위한 배출구멍이 있다.

(2) 거르개

작업기름속에 찌끼나 쇠가루, 돌과 같은 불순물들이 섞이면 유압전동장치가 파손되거나 자기의 능력을 다 낼수 없게 된다.

또한 운동하는 부분이 심하게 마모되여 수명을 떨어뜨리고 심한 경우에는 작업을 할수 없게 만들수 있다.

이것을 막기 위하여 거르개를 설치하여 기름속에 들어있는 불순물을 분리해내고 깨끗한 기름만을 작업기름으로 리용한다.

거르개에는 그물거르개와 얇은판거르개가 있다.

그물거르개는 보통 황동으로 만든 쇠그물로 되여있다.(그림 1-62)

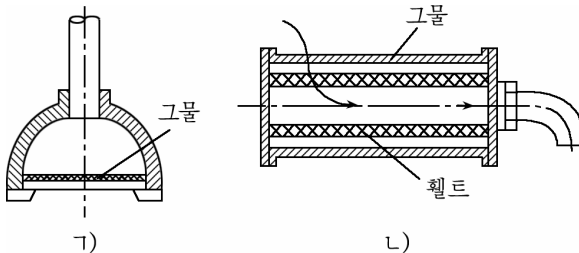



그림 1-62. 그물거르개
ㄱ) 거친거르개, ㄴ) 정밀거르개

기름이 거르개를 통과할 때 구멍의 크기보다 큰 불순물들은 쇠그물에 걸리게 된다. 그러므로 이 거르개는 거친거르개로 쓰인다.(그림의 ㄱ)

작업기름을 보다 정밀하게 거르기 위해서는 2중으로 된 정밀거르개를 쓴다.(그림의 ㄴ)

이 거르개는 바깥면이 쇠그물로 되여있고 속은 휄트로 되여있다.

기름은 쇠그물과 휄트를 거쳐 지나가면서 정밀하게 걸러진다.

얇은판거르개는 얇은판과 판사이의 좁은 틈을 통하여 기름을 거르게 되여있다.(그림 1-63)

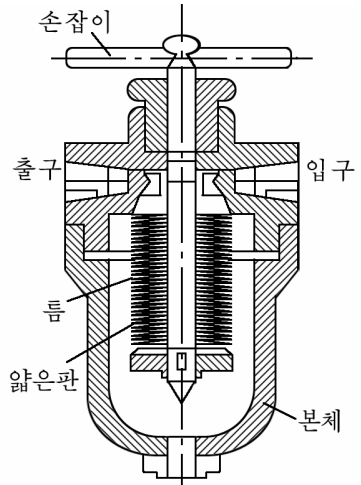
그림 1-63. 얇은판거르개

이 거르개는 보통 알갱이의 굵기가 0.04㎜이상인 불순물을 거르는데 쓴다.

어지러워진 거르개를 청소할 때에는 손잡이를 돌리면 된다.

이밖에 거르개에는 기름속의 철분을 잡아내는 자석거르개가 있다.

자석거르개는 영구자석을 리용하여 다른 거르개에서는 거를수 없는 아주 작은 자성물질들을 거르어낸다.

(3) 관

유압전동장치에서 관은 뽐프와 원동기, 변들을 서로 련결해주는 기본수단으로서 유압뽐프로부터 수행기구인 유압원동기에로 작업기름을 보내주거나 원동기로부터 기름통에로 기름을 되돌려보내주는 역할을 한다.

관은 그것이 어디에 쓰이는가에 따라 흡입관, 배출관, 압력관으로 나누며 재질에 따라 강관, 동관, 알루미니움관, 고무관으로 나눈다.

(4) 기밀장치

작업부분에서 기름이 새지 못하게 막아주는 장치를 **기밀장치**라고 한다.

기밀을 잘하는것은 기름의 손실을 막거나 기계와 장치들의 능력을 높이는데서 중요한 의의를 가진다.

유압전동장치는 유압뽐프나 원동기의 본체와 회전축사이, 실린더와 피스톤, 피스톤대와 본체사이에서 기름이 새거나 공기가 새여 들어가지 못하게 기밀을 한다.

기밀재료에는 금속으로 된것과 비금속으로 된것이 있다.

금속으로 된 기밀재료로는 청동고리를 많이 쓰며 비금속으로 된 재료로는 흑연과 기름을 먹인 석면실, 천 또는 가죽을 쓴다.

유색금속으로 된 관들을 나사로 련결할 때에는 나사련결부분에 실이나 칠감 등을 넣고 조이는 방법으로 기밀을 보장하며 강관을 후란지로 련결할 때에는 청동고리를 끼워서 기밀을 보장한다. 그리고 축과 베아링을 맞출 때에는 여러가지 구조를 가진 기밀재료를 쓴다.

련습문제

1. 이발수 40, 모쥴 8인 치차에서 피치원의 직경을 구하여라.
2. 모쥴 8을 피치로 나타내면 얼마로 되는가?
3. 웜전동에서 웜의 나사곕수가 작을 때 웜치차를 주동치차로 하여 웜을 돌릴수 있겠는가?
4. 사슬전동과 피대전동의 우점과 결함을 대비하면서 설명하여라.
5. 피대가 쓰이는 기계를 5가지이상 들어라.
6. 유압전동장치를 리용한 기계를 5가지이상 들어라.

상 식 **지능화된 콤퓨터**

현재까지 개발된 지능화된 콤퓨터를 보면 다음과 같다.

- 말을 듣고 기억현시하는 콤퓨터

이 콤퓨터는 3만개이상의 단어들을 정확히 듣고 분간하여 1min동안에 25~40개의 단어를 화면에 현시한다. 이 속도는 방송원이 시사보도하는 말속도보다 2배나 빠른것이라고 한다.

- 글을 읽는 콤퓨터

이 콤퓨터는 약 30만개의 단어범위내에서 99.5%의 정확도로 신문을 식별하여 읽을수 있으며 조작이 간단하고 질량은 10kg미만이라고 한다.

- 뇌수형콤퓨터

이 콤퓨터는 뇌수를 모방한 학습기능, 작업기능을 가지고있으며 작업을 하면 할수록 더욱《총명》해진다. 연구사들이 밝힌데 의하면 이 콤퓨터는 사람이 10년 걸려야 학습할수 있는 량을 5일동안에 할수 있다고 한다.

제5절. 운동형태를 바꾸는 기구

1. 기구에 대한 개념

기계는 수많은 부분품들로 이루어졌다. 그런데 이 부분품들을 살펴보면 어떤것은 움직일수 있고 어떤것은 움직일수 없다.

여기서 한개의 부분품 또는 몇개의 부분품들이 든든히 련결되여 한덩어리처럼 되여있는것을 **토막**이라고 한다. 이때 움직일수 없는 토막을 **고정토막**이라고 하고 움직일수 있는 토막을 **운동토막**이라고 한다.

기계에서 고정토막은 선반의 베드나 자동차의 차틀, 비행기의 본체와 같이 언제나 한개뿐이다.

한편 상대적으로 운동할수 있게 련결된 두개의 토막은 운동학적쌍을 형성하는데 이것을 **운동쌍**이라고 한다.

운동쌍은 두토막이 서로 회전운동할수 있게 련결된 회전쌍과 병진운동할수 있게 련결된 병진쌍으로 나눌수 있다. 운동쌍에 의하여 서로 련결된 토막들의 전체를 **운동련쇄**라고 한다.

기구는 보통 여러개의 토막들로 이루어져있으며 그것들이 운동쌍으로 련결된 운동련쇄이다.

실례로 사슬은 여러개의 토막들이 회전쌍으로 련결된 운동련쇄를 형성한다.

기구가 운동련쇄로 되여있기는 하지만 모든 운동련쇄가 다 기구로 되는것은 아니다. 운동련쇄가 기구로 되기 위해서는 반드시 토막들이 기구가 요구하는 일정한 운동을 하여야 한다.

따라서 기구라는것은 한 형태의 운동을 다른 형태의 운동으로 바꾸기 위한 한개의 고정토막을 가진 운동련쇄라고 말할수 있다.

기구는 일정한 목적의 운동을 할수 있게 여러가지 부분품들이 결합되여 이루어진다는 점에서는 기계와 공통성을 가진다.

그러나 기구 그자체는 기계와는 달리 한 형태의 에네르기를 다른 형태의 에네르기로 바꿀수 없으며 생산에서 직접 제품을 만들어내거나 사람들의 힘든 로동을 대신하는것과 같은 유익한 일을 할수 없다는 점에서 기계와 구별된다.

한 운동형태를 다른 운동형태로 바꾸기 위한 기구에는 회전운동을 직선운동으로 바꾸는 기구, 회전운동을 요동운동으로 바꾸는 기구, 회전운동을 주기적운동으로 바꾸는 기구, 캄기구 등이 있다.

기구의 운동을 연구할 때 기계부분품들을 실지 모양대로 그리면 매우 복잡하다. 그래서 이때에는 기구의 운동특성을 그대로 살리면서 간단하게 그린 운동략도를 리용한다.

2. 회전운동을 직선운동으로 바꾸는 기구

회전운동을 직선운동으로 바꾸는 기구에는 나사기구, 라크기구, 크랑크련결대기구 등이 있다.

1) 나사기구

나사기구란 나사와 나트로 이루어진 기구를 말한다.

이 기구에서는 나사축에 나트를 맞춘 다음 그가운데서 어느 하나를 고정하고 다른것을 돌리면 회전운동이 직선운동으로 바뀌면서 힘과 운동을 전달하게 된다.

그림 1-64의 ㄱ)에서는 고정나사와 보내기나트로 된 나사기구를 주었다.

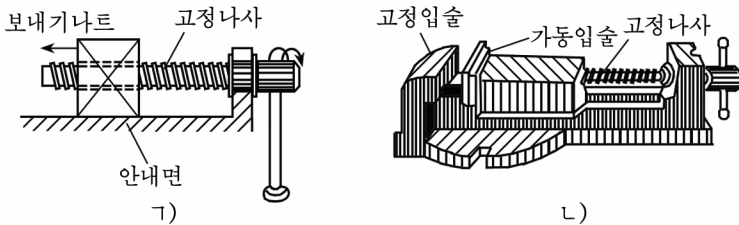



그림 1-64. 고정나사와 보내기나트로 된 나사기구

여기서 나사는 제자리에서 돌기만 하고 나트가 안내면을 따라 이동하게 되여있다.

그림의 ㄴ)에는 이와 같은 원리로 만든 나사바이스의 한 실례를 주었다. 여기서 보내기나트는 가동입술안에 고정되여 그와 함께 바이스의 안내면을 따라 움직인다.

그림 1-65에는 고정나트와 보내기나사로 된 나사기구를 주었다.

이 기구에서는 틀에 고정된 나트에서 나사가 돌면서 그자체가 앞뒤로 움직인다.

그림의 ㄴ)에는 이와 같은 원리로 만든 나사바이스를 주었다. 바이스의 가동입술은 보내기나사와 함께 움직이면서 가공품을 조인다.

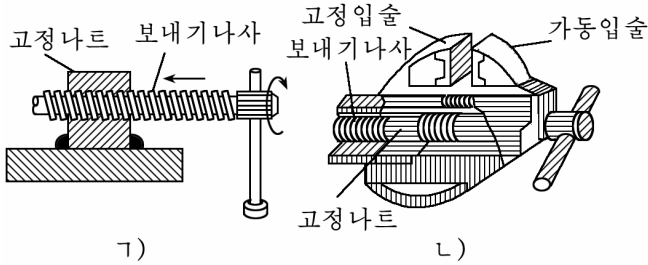



그림 1-65. 고정나트와 보내기나사로 된 나사기구

나사로서는 제형나사나 직각나사를 쓴다.

나사기구를 쓰면 정밀한 직선운동을 쉽게 실현할수 있으며 작은 힘으로도 큰 힘을 얻을수 있다. 그러므로 나사기구는 공작기계의 보내기장치를 비롯하여 나사프레스, 나사쟈끼, 바이스 등에 널리 쓰이고있다.

2) 라크기구

라크기구란 치차의 회전운동을 직선왕복운동으로 바꾸는 치차맞물림기구의 특수한 형태를 말한다.

한쌍의 원통치차에서 한 치차의 직경을 무한히 크게 한다고 생각하면 그림 1-66과 같은 라크기구를 얻을수 있다.

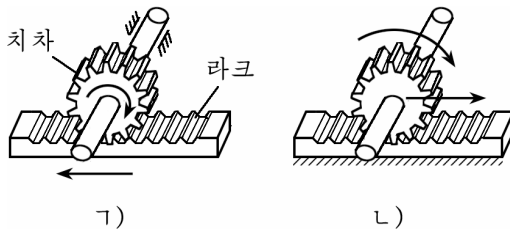



그림 1-66. 라크기구

그림에서 보는바와 같이 라크기구는 모기둥면에 제형이발이 있는 라크와 직선이발원통치차로 이루어졌다.

이 기구는 설치방법에 따라 두가지로 나눌수 있다.

그림의 ㄱ)는 치차가 제자리에서 돌아갈 때 라크가 옮겨지는 형태이고 그림의 ㄴ)는 레루를 따라 차바퀴가 굴러가듯이 고정된 라크를 따라 라크치차가 돌면서 옮겨지는 형태이다.

그림에서 보는바와 같이 라크치차를 일정한 속도로 돌려주면 라크는

일정한 속도로 직선운동을 하며 반대로 라크를 직선운동시키면 라크치차가 돌아간다. 여기서 라크는 라크치차축에 수직인 방향으로 운동한다.

라크기구는 구조가 간단하고 운동이 고르로우며 효률이 높기때문에 여러가지 기계들에서 널리 쓰이고있다.

그림 1-67에는 탁상볼반에 라크기구를 쓴 실례를 주었다.

그림에서 보는바와 같이 주축토시의 겉면에 있는 라크이발은 라크치차와 맞물려있다.

볼반에서 구멍을 뚫을 때 손잡이를 돌리면 그와 련결된 라크치차가 돌면서 주축의 보내기가 진행된다. 그리하여 주축에 끼워진 드릴이 아래우로 오르내리면서 가공품에 구멍을 뚫게 된다.

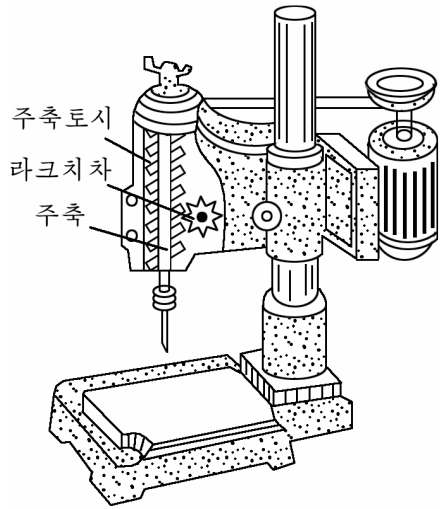



그림 1-67. 탁상볼반에 쓴 라크기구

3) 크랑크련결대기구

크랑크련결대기구란 크랑크의 회전운동을 련결대를 거쳐 피스톤의 직선왕복운동으로 바꾸는 기구를 말한다.

크랑크련결대기구는 크랑크 AB, 련결대 BC, 피스톤 및 고정틀로 되여있다. (그림 1-68의 ㄱ)

여기서 크랑크는 360° 회전할수 있게 되였으며 피스톤은 고정토막과 병진쌍으로 련결되였다. 크랑크와 피스톤사이에는 련결대가 회전쌍으로 련결되였다. 크랑크를 돌리면 련결대를 거쳐 피스톤이 고정틀의 안내면을 따라 직선왕복운동을 하면서 힘과 운동을 전달한다. 반대로 피스톤을 운동시키면 피스톤의 직선운동이 크랑크의 회전운동으로 바뀌여지면서 힘과 운동을 전달한다.

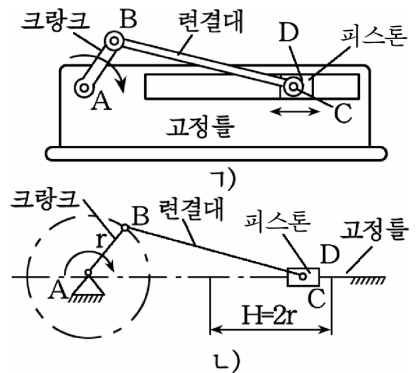



그림 1-68. 크랑크련결대기구

크랑크가 한바퀴 돌아갈 때 피스톤은 한번 왕복운동을 한다. 이때 크랑크의 길이를 r, 피스톤의 왕복거리를 H라고 하면 이것들사이에는 다음의 관계가 있다.(그림 1-68의 ㄴ)

$$H=2r$$

즉 크랑크련결대기구에서 피스톤이 이동하는 거리는 크랑크길이(반경)의 2배와 같다.

크랑크련결대기구는 크랑크의 회전방향을 바꾸지 않고서도 회전운동을 직선왕복운동으로 바꿀수 있으며 반대로 직선왕복운동을 회전운동으로 바꿀수 있다.

그러므로 이와 같은 운동이 요구되는 자동차, 뜨락또르, 프레스, 압축기 등의 기계들에서 크랑크련결대기구가 널리 쓰인다.

그림 1-69에 내연기관에 크랑크련결대기구를 쓴 실례를 주었다.

휘발유와 공기의 혼합물을 기통에 넣고 전기불꽃을 일으켜 태우면 연소가스는 급속히 팽창되면서 피스톤을 아래로 밀게 된다. 이때 피스톤은 련결대를 거쳐 크랑크축을 돌려준다. 그리하여 피스톤의 직선운동은 크랑크의 회전운동으로 바뀌게 된다.

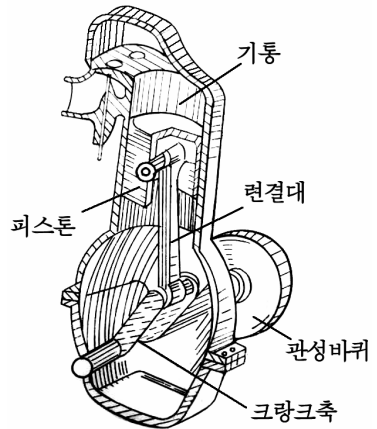



그림 1-69. 내연기관에 쓴 크랑크련결대기구

3. 회전운동을 요동운동으로 바꾸는 기구

회전운동을 요동운동으로 바꾸는 기구에는 크랑크요동대기구와 링크기구가 있다.

1) 크랑크요동대기구

요동운동이란 시계추와 같이 어떤 지점을 중심으로 일정한 각도로 왔다갔다하는 운동을 말한다.

일반적으로 4개의 토막이 4개의 접철로 련결되여있는 기구를 접철네토막기구라고 한다. 이가운데서 그림 1-70에서와 같이 어느 한토막

이 요동운동하는 경우에 크랑크요동대기구라고 한다.

그림에서 보는바와 같이 크랑크는 점 A를 중심으로 360° 돌아갈수 있게 되여있고 요동대는 접철 D주위로 왔다갔다하는 요동운동을 한다.

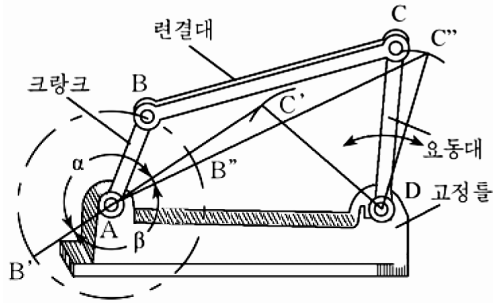



그림 1-70. 크랑크요동대기구

한편 련결대는 크랑크와 요동대사이에 련결되여있으면서 크랑크의 운동을 요동대에 전달하거나 반대로 요동대의 운동을 크랑크에 전달하는 역할을 한다. 즉 크랑크의 회전운동은 련결대에 의하여 요동대의 요동운동으로 넘어가며 반대로 요동대의 요동운동은 크랑크의 회전운동으로 넘어간다.

이 기구의 운동특성은 크랑크가 일정한 속도로 돌아갈 때 요동대는 고르롭지 못한 운동을 하는것이다.

그림 1-70에서 B점이 B′로부터 B″로 각 β만큼 돌아가고 B″로부터 B′로 각 α만큼 돌아갈 때 C점은 C′와 C″사이에서 왔다갔다한다.

그런데 $\alpha>\beta$이므로 크랑크가 등속도로 돌아가도 요동대가 왼쪽으로 운동하는 평균속도는 오른쪽으로 운동할 때보다 더 뜨다. 즉 요동대가 왼쪽으로 운동할 때의 속도와 오른쪽으로 운동할 때의 속도가 서로 다르다.

크랑크요동대기구는 회전운동을 요동운동으로 바꾸거나 그 반대로 요동운동을 회전운동으로 바꾸기 위하여 쓴다.

그림 1-71에는 재봉기에 쓴 크랑크요동대기구의 실례를 주었다.

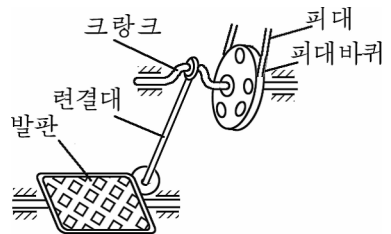
그림에서 보는바와 같이 요동대는 재봉기의 발판이다. 발판을 흔들어주면 그와 련결된 련결대를 거쳐 크랑크가 회전운동을 한다.

그러면 크랑크에 고정된 피대바퀴가 피대와 함께 돌아간다. 즉 재봉기발판의 요동운동이 피대바퀴의 회전운동으로 바뀐다.

그림 1-71. 요동대기구를 쓴 레

2) 링크기구

링크기구는 크랑크, 활편, 링크, 고정틀로 되여있다.(그림 1-72)

링크란 활편의 운동을 안내해주면서 동시에 요동운동을 하는 부분품을 말한다.

그림 1-72. 링크기구

크랑크가 접철주위로 한바퀴 도는 사이에 링크는 한쪽끝에서 다른쪽끝으로 갔다가 다시 제자리에 온다. 이때 활편은 링크의 홈을 따라 미끄러지면서 링크를 요동시킨다.

크랑크가 일정한 속도로 돌 때 링크가 오른쪽에서 왼쪽으로 운동하는 속도와 왼쪽에서 오른쪽으로 운동하는 속도가 서로 다르다.

그것은 링크가 오른쪽에서 왼쪽으로 운동할 때(그림의 ㄱ) 크랑크는 α만큼 돌고 그와 반대로 운동할 때(그림의 ㄴ) 크랑크는 β만큼 돌기때문이다. 이때 $\alpha>\beta$이므로 오른쪽에서 왼쪽으로 운동할 때의 평균속도는 왼쪽에서 오른쪽으로 운동할 때의 속도보다 떠진다.

링크가 좌우로 이동하는 각을 요동각이라고 하는데 이 각은 크랑크의 길이를 길게 하면 더 커진다.

이와 같이 링크기구는 크랑크의 회전운동을 링크의 요동운동으로 바꾸는 기구이다.

그림 1-73에 형삭반에서 링크기구를 쓴 실례를 주었다.

형삭반은 대패로 나무를 깎는 원리로 바이트를 내밀어서 소재를 깎는 기계이다.

이 기계는 바이트를 고정한 썰매가 앞으로 나갈 때 쇠를 깎고(이것을 **작업행정**이라고 한다.) 뒤로 돌아올 때에는 쇠를 깎지 않는다.(이것을 **공행정**이라고 한다.)

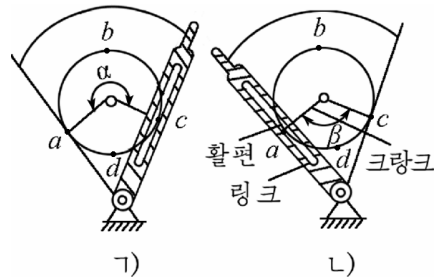
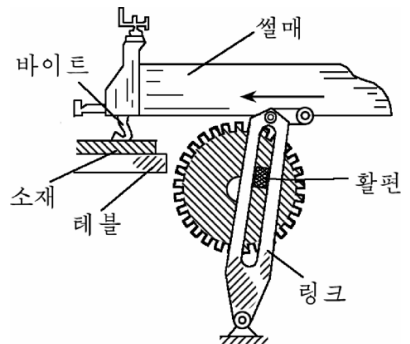



그림 1-73. 형삭반에 쓴 링크기구

형삭반에서 쇠를 깎는 작업행정에서는 바이트가 천천히 운동하고 작업하지 않는 공행정에서는 빨리 운동하는데 이것은 바로 링크기구의 운동특성을 리용하였기때문이다.

링크기구에서 링크의 끝점은 활등을 그리는데 썰매는 직선운동을 해야 하므로 이를 위해서 링크와 썰매사이에 보조접철장치를 두게 된다.

4. 회전운동을 주기적운동으로 바꾸는 기구

회전운동을 주기적운동으로 바꾸는 기구에는 걸톱기구와 십자기구가 있다.

1) 걸톱기구

기계나 기구에서 크랑크의 회전운동을 작업부분의 간결운동으로 바꾸는것이 필요한 경우가 많다. 여기서 **간결운동**이라는것은 주동토막이 등속도로 돌아갈 때 종동토막이 돌았다멎었다하면서 운동과 정지를 반복하는 불련속적인 회전운동을 말한다.

걸톱기구를 리용하면 이와 같은 운동을 쉽게 보장할수 있다.

걸톱기구는 걸톱과 걸톱치차로 되여있는데 대체로 기계에서는 다른 기구와 결합하여 쓴다.(그림 1-74)

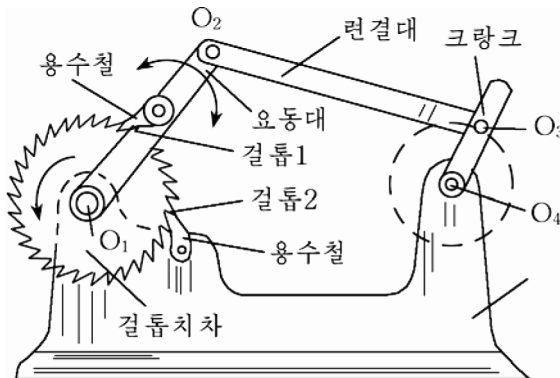



그림 1-74. 걸톱기구

그림에서 보는바와 같이 크랑크요동대기구에 설치한 두개의 걸톱은 요동대와 고정틀에 고정되여있고 걸톱치차는 요동대의 축 O_1에 고정되였다. 요동대는 축 O_1우에서 자유로이 돌아갈수 있게 되여있다.

요동대가 오른쪽에서 왼쪽으로 운동할 때에는 걸톱 1이 걸톱치차를 물고 돌아가며 요동대가 왼쪽에서 오른쪽으로 운동할 때에는 걸톱 1이 걸톱치차우로 미끄러지면서 축 O_1를 돌리지 못한다.

걸톱 2는 걸톱치차가 반대로 돌아가지 못하도록 잡아준다.

이리하여 크랑크가 련속적으로 돌아가도 축 O_1은 돌았다멎었다하면서 주기적으로 운동한다.

걸톱기구는 회전운동을 주기적인 운동으로 바꾸는데 쓰인다.

그림 1-75에는 형삭반에서 테블을 주기적으로 움직이는데 쓴 걸톱기구를 주었다.

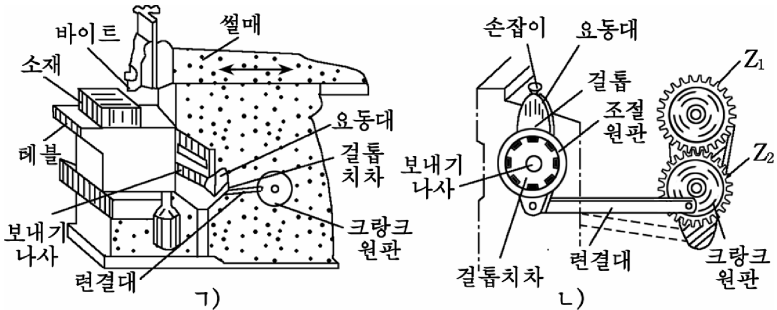



그림 1-75. 형삭반에서 쓴 걸톱기구

ㄱ) 걸모양, ㄴ) 걸톱기구

형삭반에서 바이트가 쇠를 깎을 때에는 테블이 멎어있고 바이트가 뒤로 물러났을 때에는 새로 깎을 량만큼 테블에 가로보내기를 주어야 한다.

그러자면 테블의 보내기기구에 있는 보내기나사를 주기적으로 돌려주어야 한다. 바로 이 보내기기구를 주기적으로 돌려주는데 걸톱기구를 쓴다.

그림에서 치차 Z_1, Z_2에 의하여 크랑크원판이 돌아가면 요동대에 달린 걸톱은 요동운동을 한다.

걸톱치차는 보내기나사축에 고정되여있는데 걸톱이 물고 돌아가는 각은 조절원판으로 조절한다.

2) 십자기구

십자기구도 걸톱기구에서와 같이 주동토막이 일정한 속도로 회전운동을 할 때 종동토막이 간결운동을 하는 세토막기구이다.

이 기구는 핀이 있는 주동크랑크와 십자형홈이 있는 종동십자형바

퀴로 되여있다.(그림 1-76)

십자형바퀴는 크랑크핀이 그것의 홈에 들어가는 순간부터 돌기 시작하여 핀이 홈에서 빠질 때까지 돌아간다.

그림 1-76. 십자기구

크랑크가 그냥 돌아 다음 홈에 들어갈 때까지 십자형바퀴는 멎어있다. 그러므로 크랑크가 계속 돌아가도 십자형바퀴는 돌았다멎었다하는 운동을 하게 된다.

크랑크가 한바퀴 돌아가는 동안에 십자형바퀴가 돌아가는 각 β는 홈의 수 Z에 관계된다. 즉

$$\beta = \frac{360^\circ}{Z}$$

이 기구에서 크랑크핀이 홈에서 나온 다음에도 종동바퀴는 돌아가던 관성에 의하여 조금 더 돌아갈수 있다.

만일 이렇게 되면 핀이 다음 홈으로 들어갈수 없으므로 기구가 파괴될수 있다.

이런 일이 없도록 하기 위하여 주동크랑크에 원판을 덧대여주는데 이것을 제지요소라고 한다. 이때에는 핀이 홈에서 빠져나오기 전에 벌써 제지요소(원판)가 종동바퀴의 둥근 홈에 접촉하므로 바퀴가 더 돌아가지 못한다.

십자형바퀴의 운동과 정지시간의 비는 홈의 수 Z에 관계된다.

홈의 수는 보통 3~12개 범위에서 만들어준다.

홈의 수가 4개보다 많은 경우에는 별형기구라고 한다.

십자기구는 구조가 간단하고 만들기 쉽기때문에 영사기, 모내는기계 그리고 공작기계 등에서 많이 쓰인다.

특히 여러축자동선반에서 주축머리의 회전장치, 프레스에서 소재의 공급장치, 식료 및 일용기계들에서 많이 쓰인다.

그림 1-77에 타레트선반에 쓴 십자기구를 보여주었다.

타레트선반은 같은 제품을 많이 깎을 때 쓴다. 이때 한 제품을 깎을 때 여러개의 공구를 매번 갈아끼우는것이 아니라 공구를 고정하는

틀(이것을 타레트머리라고 한다.)에 여러개의 공구를 한번에 고정하고 그것을 돌려가면서 깎는다. 여기서 타레트머리는 십자기구로 돌린다.

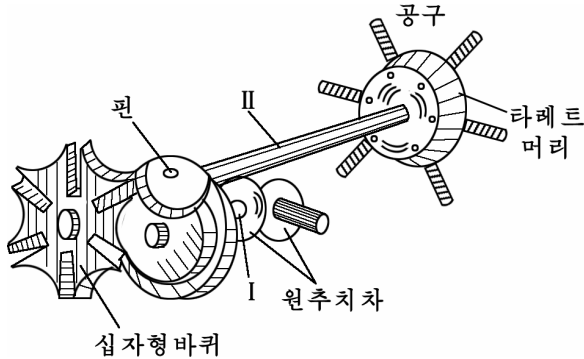



그림 1-77. 타레트선반에 쓴 십자기구

그림에서 보는바와 같이 원추치차를 통하여 축 Ⅰ를 돌리면 십자기구가 돌면서 축 Ⅱ를 통하여 타레트머리를 돌려준다. 여기서는 타레트머리에 공구를 6개 설치하였으므로 십자형바퀴의 홈의 수도 6개이다.

5. 캄기구

기계에서 회전운동을 직선운동이나 요동운동으로 바꿀뿐아니라 그 도중에 속도를 빠르게 혹은 뜨게 하거나 잠시 혹은 오래동안 멎어있게 하는 등 운동속도를 주기적으로 바꾸어야 할 경우에는 캄기구를 많이 리용한다.

일반적으로 캄은 둥그런 원판우에 불룩한 덧살을 만들어준 회전운동하는 요소라고 볼수 있다.

그림 1-78에 캄의 형태를 보여주었다.

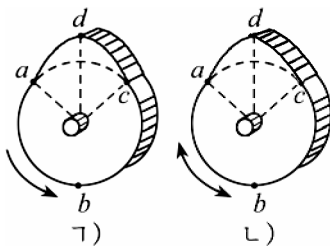



그림 1-78. 캄의 형태

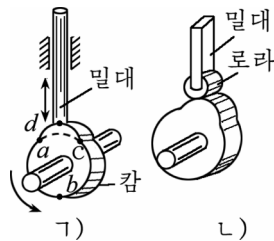



그림 1-79. 회전운동을 직선운동으로 바꾸는 캄기구

캄기구가 어떻게 운동하는가를 그림 1-79에서 보여준 회전운동을 직선운동으로 바꾸는 캄기구를 통하여 보기로 하자.

캄의 회전중심이 밀대의 운동축선에 놓여있을 때 캄을 한바퀴 돌려보자.

만일 캄의 테두리가 활등 *abc*와 같은 원으로 되였다면 캄을 아무리 돌려도 밀대는 움직이지 않을것이다. 그런데 캄은 덧살 *adc*부분이 도드라졌기때문에 캄이 돌 때 그 높이만큼 밀대는 올라갔다가 내려오고 활등 *cba*부분에서는 멎어있게 된다. 캄을 계속 돌려주면 밀대는 오르내렸다가 멎어있는 운동을 반복한다.

만일 캄의 도드라진 부분에서 곡선 *cd*와 *ad*의 모양이 같다면(그림 1-78의 ㄱ) 캄이 돌아갈 때 밀대가 올라가는 시간과 내려오는 시간은 같을것이며 *ad*부분보다 *cd*부분의 경사를 더 급하게 만들었다면(그림 1-78의 ㄴ) 밀대가 천천히 올라갔다가 빨리 내려올것이다.

이로부터 캄기구에서 밀대의 운동은 캄의 테두리의 모양에 의하여 완전히 결정된다는것을 알수 있다.

그러므로 캄의 테두리를 여러가지 곡선으로 하면 밀대의 복잡한 운동도 쉽게 얻을수 있다.

캄기구에서 캄과 밀대가 접촉하는 곳에 마찰과 마모가 생기는데 이것을 작게 하기 위하여 밀대끝에 흔히 로라를 달아준다.(그림 1-79의 ㄴ)

캄기구를 쓰면 회전운동을 직선운동으로 바꿀수 있을뿐아니라 요동운동으로도 쉽게 바꿀수 있다.(그림 1-80)

그림 1-80. 회전운동을 요동운동으로 바꾸는 캄기구

캄기구에는 앞에서 본 원판캄외에 원통면에 홈을 판 원통캄도 있다.

그림 1-81에는 원통캄을 써서 회전운동을 직선왕복운동으로 바꾸는 캄기구를 주었다.

그림에서 보는바와 같이 캄이 돌아갈 때 로라는 홈을 따라 운동하면서 밀대를 회전축에 평행으로 운동시킨다. 만일 원통캄기구에서 밀대

를 요동운동시키자면 밀대를 그림 1-81의 ㄴ)와 같이 놓으면 된다.

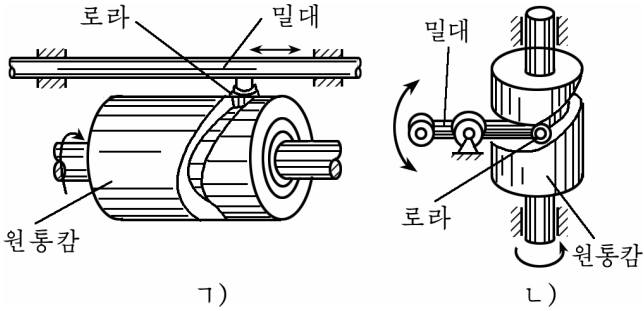



그림 1-81. 원통캄기구

이와 같이 캄기구는 여러가지 복잡한 운동도 쉽게 얻을수 있으므로 자동기계를 비롯한 여러 기계들에서 널리 쓰이고있다.

그림 1-82에는 자동차의 내연기관에서 휘발유와 공기의 혼합물을 빨아들이는 변을 주기적으로 여닫는데 쓴 실례를 주었다.

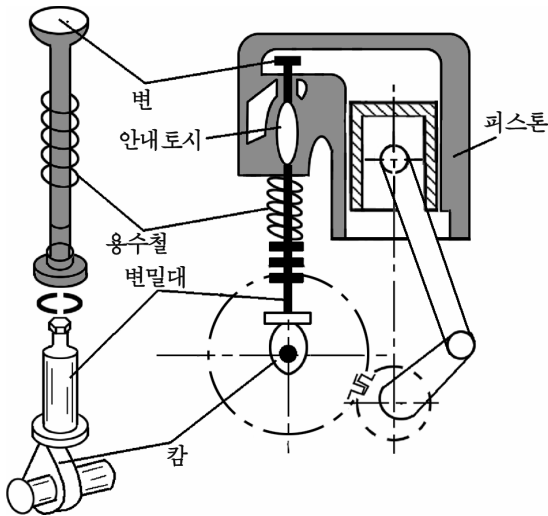



그림 1-82. 내연기관의 가스분배기구에 쓴 캄기구

캄이 돌아갈 때 그것의 덧살부분은 변밀대를 통하여 변을 올려민다. 이때 휘발유와 공기의 혼합물을 빨아들이는 흡입구멍이 열려진다. 캄이 계속 돌아 덧살부분이 아래로 내려오면 변은 용수철의 힘에 의하여 아래로 내려오면서 흡입구멍을 막는다.

련습문제

1. 기계와 기구는 어떤 점에서 다른가?
2. 크랑크요동대기구와 링크기구는 어떻게 다른가?
3. 우리 주위에서 운동형태를 바꾸는 기구를 10가지이상 찾아보아라.

상식

정 보

정보라는 개념은 소식, 보도, 통보, 첩보, 지식 등과 같은 말과 통하면서 오랜 력사적기간을 거쳐 발전되여왔다. 정보산업시대에는 누구나 정보에 대하여 다음과 같은 정도의 리해는 가지고있어야 한다.

정보란 다른 대상으로부터 새롭게 알게 되는 쓸모있는 자료이다.

첫째로, 일정한 목적에 리용되는 자료

둘째로, 다른 대상으로부터 얻게 되는 자료

셋째로, 새롭게 알게 되는 자료

넷째로, 쓸모(가치)를 가지는 자료이다.

결국 정보는 목적성, 전달성, 신비성, 류동성을 가지는 자료이다.

일화

다윈의 관찰력

다윈은 자기의 회상록에 다음과 같이 썼다.

《나에게는 남처럼 민첩한 리해력과 기질이 없었다. 추상적인 상상력에 따라 사색하는 재간도 없었다. 그리하여 나는 관념론이나 수학과 같은 분야에서는 아무런 성과도 거두지 못하였다. 기억력만 놓고보더라도 범위는 넓었으나 늘 어느것이나 흐리멍텅하였다. 다른 측면에서 나는 나에게도 남보다 못지 않게 높은 재능이 있었다는것을 알고있었는데 그것이 바로 남들이 하등의 가치가 없다고 홀시하는 사물을 찾아내고 그것을 관찰하는 습관이였다. 나는 사물을 관찰하기 시작하면 실로 부지런하였다. 게다가 더욱 중요한것은 내가 시종일관 자연과학에 애착을 가진것이였는데 여기에서는 종신토록 정력이 왕성하였다.》

제2장. 기계재료

위대한 령도자 **김정일**원수님께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《과학기술과 기계설비의 발전은 재료의 발전에 의하여 담보됩니다.》

다른 제품들과 마찬가지로 기계설비들도 여러가지 재료에 의하여 만들어진다.

같은 형태의 기계설비라고 해도 어떤 재료들을 써서 만들었는가에 따라 그것들의 수명과 질이 달라지게 된다.

따라서 기계재료의 종류와 성질을 잘 알고 그에 맞게 쓰는것은 매우 중요한 문제이며 보다 더 좋은 성질을 가진 재료를 만들어내는것은 기계설비의 발전을 담보하는 중요한 징표의 하나이다.

기계를 만드는데 쓰이는 재료에는 흑색금속재료, 유색금속재료, 비금속재료들이 있다.

제1절. 기계재료에 대한 개념

1. 기계재료의 성질

기계에 쓰이는 재료들은 기계가 요구하는 일정한 성질을 가지고있어야 한다.

기계들은 작업과정에 각이한 방향에서 서로 다른 크기의 힘을 받거나 넘겨준다. 또한 서로 다른 환경속에서 작업을 진행한다.

기계에 작용하는 힘들에는 당김힘, 누름힘, 틀음힘, 충격힘, 구부림힘 등이 있다.

물체가 어떤 힘에 얼마나 견디는가 하는 능력을 보고《세다》,《약하다》, 《무르다》, 《굳다》, 《질기다》라고 한다.

기계재료들은 각이한 힘을 받으므로 힘의 작용에 따라 그에 견디는 능력을 세기, 굳기, 인성, 내마모성 등으로 표현한다.

1) 세 기

세기란 파괴에 견디는 능력을 말한다.

물체에 어떤 힘을 가할 때 그 힘에 견디는 능력은 서로 다르다.

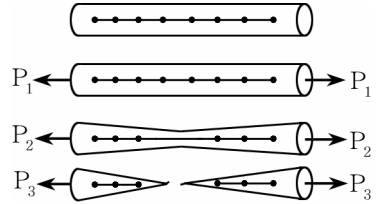
어떤 물체는 아무리 힘을 가해도 잘 변형되지 않는가 하면 어떤 물체는 약한 힘에 의해서도 쉽게 자기 형태를 잃고 변형되거나 파괴되는 것도 있다.

그림 2-1에서와 같이 강철봉을 처음 힘 P_1로 당길 때에는 끄떡하지 않는다.

그러나 힘을 더 증가하여 힘 P_2로 당기면 점차 변형되기 시작하지만 이 힘으로는 강철봉을 끊지 못한다.

힘을 더 증가하여 힘 P_3으로 당기면 강철봉은 끊어진다.

그림 2-1. 강철봉의 세기

이 현상에 의해 세기를 규정하면 강철봉의 세기는 어떤 힘의 작용으로부터 파괴되기 전까지 견디는 능력이다.

2) 굳 기

물체를 눌러보고 우리는 《굳다》 또는 《무르다》라고 표현한다.

기계재료도 이와 같이 눌러보고 굳은 정도를 평가한다.

기계재료가 얼마나 굳은가를 나타내는 값을 **굳기**라고 한다.

기계부분품들에는 일정한 누름힘을 받거나 서로 쓸리면서 마모되는 것들이 많다. 이런 부분품들은 굳기가 높은 재료로 만들어야 한다.

일반적으로 굳은 재료일수록 누름과 마모에 잘 견딘다.

마모에 견디는 성질을 **내마모성**이라고 한다.

기계재료가 굳으면 굳을수록 누름과 마모에 견디는 성질은 높으며 깎기는 힘들다.

3) 피로세기

한가지 일을 오래 계속 반복하여 육체적으로나 정신적으로 힘들어질 때 피로하다고 표현한다.

기계부분품들도 작업이 반복되면 이런 피로현상으로 파괴되는 경우가 적지 않다.

기계재료들이 피로에 의한 파괴에 견디는 능력은 서로 다르다.

피로현상을 구체적으로 보면 다음과 같다.

그림 2-2에서 보는것처럼 동선을 구부렸다폈다하면서 끊을 때 나타나는 현상을 자세히 관찰하면 처음에는 작은 터짐이 생기다가 점차 그 터짐이 커지면서 파괴된다는것을 알 수 있다.

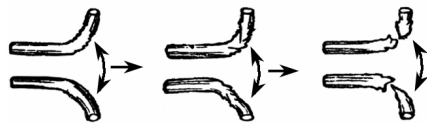



그림 2-2. 반복힘에 의한 동선의 끊어짐현상

이와 같이 물체에 반복되는 힘을 계속 가하면 그것이 파괴되는데 반복되는 힘에 견디는 능력을 **피로세기**라고 한다.

물체가 반복되는 힘을 받을 때 나타나는 현상에서 본바와 같이 일정한 한계힘까지는 견디지만 그 한계힘보다 크면 파괴되는것을 볼수 있다.

피로한계란 물체가 반복되는 힘을 받을 때 지쳐서 파괴되기 전까지 가해진 힘의 크기를 말한다.

4) 충격값

우리는 전혀 생각하지 않았던 일이나 소식에 갑자기 부딪치게 되면 충격을 받았다고 말한다.

이와 마찬가지로 물체에 갑자기 순간적으로 센 힘이 작용하는 현상을 보고 충격을 준다고 한다.

기계에는 이런 힘을 받으면서 작업하는것이 많다.

충격값은 충격힘에 견디는 능력을 나타내는 값으로 표시한다.

물체가 반복되는 힘과 충격힘에 견디는 성질을 **인성**이라고 한다.

대체로 굳고 센 재료는 내마모성이 높으며 충격과 반복힘에 잘 견디는 재료는 인성이 높다.

2. 기계재료의 결정구조와 금속결정의 특징

1) 기계재료의 결정구조

앞에서 본 기계재료의 성질은 대체로 그의 결정구조에 의하여 특징지어진다.

기계재료의 대부분을 차지하는 금속재료는 거의 결정체이다.

결정체는 물질을 이루고있는 원자(또는 이온이나 분자)들의 공간배렬이 일정하게 규칙적인 고체이다.

결정체의 성질은 원자들의 규칙적인 공간배렬상태에 크게 관계된다. 결정체안에서 원자들의 규칙적인 공간배렬모양을 특징짓는 기하학적모형을 **결정살창**이라고 하며 결정살창구조의 모든 특성을 완전히 반영하고있는 가장 작은 단위부분을 **단위살창**(**단위포**)이라고 한다. 단위살창에서 원자들의 공간배렬모양을 잘 나타나게 하기 위하여 가상적인 직선으로 원자들을 이어놓고 표시한다.

결정살창에서 원자들이 배렬되여있는 평면을 **결정면**이라고 한다. 결정면은 공간에서 일정한 방향을 가지고 놓여있다.

금속에서 전형적인 결정살창모양은 체심립방살창, 면심립방살창이다.(그림 2-3)

결정안의 중심에 한개 원자를 가지고있는 금속을 **체심립방체**라고 하며 결정체의 매 면에 한개씩의 원자를 더 가지고있는 금속을 **면심립방체**라고 한다.

ㄱ) ㄴ)

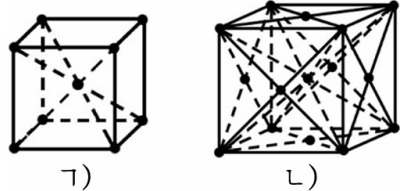



그림 2-3. 금속의 결정구조
ㄱ) 체심립방살창, ㄴ) 면심립방살창

결정체에서는 결정학적방법에 따라 원자들사이의 거리가 다르며 결정면에서의 원자밀도와 결정면들사이의 호상작용이 다르므로 물리-화학적 및 기계적성질이 서로 다르게 나타난다. 이러한 특성을 **이방성**이라고 한다.

그러나 비결정체에서는 원자들이 무질서하게 놓여있기때문에 방향에 관계없이 성질이 서로 같다. 이러한 특성을 **등방성**이라고 한다.

단위살창이 공간에서 겹쌓여서 이루어진 하나의 고르로운 결정체를 **단결정체**라고 하며 수많은 단결정(결정립자)들이 모여서 이루어진 결정체를 **다결정체**라고 한다. 공업에서는 흔히 다결정체가 쓰이며 단결정체는 반도체를 비롯한 특수한 용도에만 쓰인다.

단결정에서는 이방성이 나타난다. 다결정체에서 매개 립자는 단결정이기때문에 이방성을 나타내나 수많은 결정립자들의 결정학적방향은 무질서하게 놓여있기때문에 다결정체의 성질은 모든 방향에서 서로 같다. 다결정체의 이러한 특성을 **위등방성**이라고 한다. 다결정체에서도 어떤 경우에는 일부 성질이 이방성을 나타낸다.

실례로 압연한 강판은 길이와 너비방향에 따라 세기가 다르다.

2) 금속결합과 금속결정의 특징

금속원자들은 최외전자들을 쉽게 잃어버려 양이온으로 되며 이때 떨어져나온 전자들은 어느 한 원자에도 얽매여져있지 않고 모든 원자에 다 속하면서 자유롭게 운동한다. 그러므로 이러한 전자들을 **자유전자**라고 한다.

금속결합은 양이온들과 그것들이 공유한 자유전자들사이의 호상작용에 의하여 이루어진다. 이때 원자들이 전자를 내여주고 양이온들이 전자를 끌어당기는 과정이 끊임없이 계속되는데 일정한 량의 전자들은 자유전자상태로 있게 되며 일부 원자들은 중성원자상태로 있게 된다.

금속결정은 결정살창마디에 원자(양이온 또는 중성원자)들이 존재하며 금속결합에 의하여 이루어진 결정체이다. 금속결정에서 원자들은 살창마디를 평형점으로 하여 끊임없이 열진동을 하고있다.

금속의 중요한 특성들인 금속적인 광택, 높은 열 및 전기전도성, 좋은 가소성 등은 모두 금속결합과 관련된다.

소성변형이 진행될 때 원자들은 한 살창마디로부터 다른 살창마디로 옮겨진다. 그런데 금속결정에서는 금속결합이 이온들사이의 직접적인 결합이 아니라 자유전자를 통한 결합이며 원자들의 자리바꿈은 결합에 아무러한 영향도 주지 않기때문에 소성변형될 때 원자들의 옮김은 원자들사이의 결합을 파괴하지 않는다. 그러므로 금속은 가소성도 좋다. 그러나 이온결정이나 공유결정에서는 원자들의 자리바꿈이 원자들사이의 결합을 파괴하기때문에 취성이 크다.

금속의 본질적인 특성의 하나는 온도가 올라갈 때 전기저항이 커지는것이다. 그것은 온도가 올라갈 때 살창마다에서 자유전자들의 무질서한 열운동이 더욱 심해지면서 자유전자들의 한 방향에로의 이동이 방해되기때문이다.

금속과는 달리 비금속에서는 온도가 올라갈 때 전기저항이 작아진다.

금속결정에서는 원자들사이의 결합이 세기때문에 세기도 높다.

련습문제

1. 동선을 끊을 때 나타나는 현상과 비슷한 실례를 2가지이상 들어보고 원인을 설명하여라.
2. 우리 생활에서 일어나는 충격현상에 대하여 5가지이상 실례를 들어보아라.
3. 금속의 결정구조에 대하여 설명하여라.

일화 《천재란 어떤것입니까?》

1865년에 싼크뜨뻬쩨르부르그대학의 화학교수가 된 멘델레예브는 과학연구사업과 화학을 가르치는 일보다 더 흥미있고 중요한 일은 없다고 생각하였다. 교실에서 나오면 멘델레예브는 이미 시작한 실험을 계속하기 위하여 실험실로 곧추 달려가군 하였다. 1869년 35살 되던 해 멘델레예브는 주기법칙을 발견하였다. 이것은 멘델레예브의 끊임없는 탐구와 노력의 열매였다. 멘델레예브는 로씨야뿐아니라 세계 화학계에서도 명망이 높았으며 사람들은 그를 흔히 《천재》라고 불렀다.

그러나 그는 평범하게 말할뿐이였다.

《천재란 어떤것입니까? 전생애를 노력하는데 천재가 있는것입니다.》

정열적인 《천재》였던 멘델레예브는 1907년 1월 페염으로 생을 마칠때까지 전생애를 과학연구사업에 바쳤다.

제2절. 흑색금속재료

흑색금속재료란 강철과 선철, 그 합금을 통털어 이르는 말이다.

흑색금속에서 기본은 강철과 그 합금이다.

1. 강 철

강철은 인민경제 여러 부문에서 가장 많이 쓰이는 재료이다.

특히 기계공업에서 강철이 차지하는 몫은 대단히 크다.

강철은 사명에 따라 구조용강, 공구용강, 특수용강으로 나눈다.

1) 구조용강

구조용강은 구조물제작용강과 기계제작용강으로 나눈다.

(1) 구조물제작용강

구조물제작용강이란 금속구조물이나 기계설비골조를 만드는데 쓰는 강철을 말한다.

구조물제작용강에는 보통구조용탄소강, 량질구조용탄소강, 저합금고강도강이 속한다.

탄소강이란 철속에 탄소의 함유량이 2%까지 포함되여있는 강철을 말한다.

- 보통구조용탄소강

보통구조용탄소강이란 철속에 탄소함유량이 0.07~0.62%, 류황함유량이 0.055%아래, 린함유량이 0.45%아래로 들어있는 강철을 말한다.

이 강철은 금속구조물이나 기계설비골조를 만드는데 쓰이는데 기계적성질과 화학조성에 따라 Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ종강으로 나눈다.

- 량질구조용탄소강

량질구조용탄소강이란 철속에 탄소함유량이 약 0.05~0.75%이고 류황함유량이 0.045%, 린함유량이 0.04%아래로 포함되여있는 강철을 말한다.

이 강철은 주로 기계부분품을 만드는데 쓰이지만 구조물을 만드는데 적지 않게 쓰인다.

이 강철은 망간함유량에 따라 Ⅰ, Ⅱ종강으로 나눈다.

- 저합금고강도강

저합금고강도강이란 한개 또는 몇개의 합금원소를 조금 넣고 류동한계가 $\delta_{류}$=30MPa보다 크고 세기한계가 $\delta_{세}$=50MPa보다 크게 한 구조물제작용강철을 말한다.

저합금고강도강에 넣어주는 합금원소에는 C, Mn, Si, Ni, Cu, P, Cr, Mo, V, Ti, B, Zr 등이 있다.

이러한 합금원소들은 강철의 세기를 높이며 내식성을 크게 한다.

저합금고강도강의 종류에는 여러가지가 있으나 현재 많이 쓰이고있는것은 9Mn2, 14Mn2, 15MnSi, 10Mn2SiCu, 15CrSiNiCu 등이다.

(2) 기계제작용강

기계제작용강이란 기계설비의 치차, 축, 용수철 등과 같이 열을 많이 받거나 여러가지 형태의 충격힘, 마모 등을 받는 부분품을 만드는데 쓰는 강철을 말한다.

- 치차와 축재료강

치차와 축들은 작업상특성으로부터 걸면이 높은 굳기와 마모에 견디는 성질을 가져야 하며 속은 높은 세기와 인성을 가져야 한다.

치차와 축재료강에는 강철15, 20, 25, 15Cr, 20Cr, 20CrMn, 18CrMnTi, 12CrNi3ㄹ, 15CrV, 38CrAl, 38CrMoAlㄹ, 38CrWVㄹ 등이 있다.

이러한 강들은 치차와 축의 작업특성과 기계에서 노는 역할에 따라 선택하여 사용한다.

- 용수철용강

용수철용강에는 용수철용탄소강과 합금강이 있다.

흔히 쓰이는 용수철용강으로서는 강철65, 70, 75와 Si강, Mn강, Si-Mn강, Cr-V강 등이 있으며 이밖에도 Cr-Mn강, Cr-Mn-V강, Cr-Si-V강, Cr-Si강, W-Si강, Ni-Si강 등도 쓰인다.

- 베아링강

베아링은 전동기, 발전기를 비롯한 모든 기계들에서 매우 중요한 요소로 쓰인다.

베아링의 부속품들인 볼, 로라, 고리 등은 변하는 큰 힘을 받으면서 기계적마모와 화학적마모를 받기때문에 높고 고르로운 굳기와 마모에 견디는 인성과 내마모성을 가져야 한다.

또한 정력학적세기와 피로세기가 높아야 하며 내식성과 내열성도 일정하게 가져야 한다.

베아링재료에는 베Cr6, 베Cr9, 베Cr15, 베Cr15SiMn 등이 있다.

2) 공구용강

공구용강은 사명에 따라 절삭공구강, 형타공구강, 측정공구강으로 나눈다.

(1) 절삭공구강

절삭공구강은 공구용탄소강, 공구용합금강, 고속도강, 경질합금강 등으로 나눈다.

- 공구용탄소강

공구용탄소강은 류황과 린의 함유량에 따라 량질강과 고질강으로 나눈다.

량질강에는 C7~C13, 고질강에는 C7ㄹ~C13ㄹ가 있다.

공구강의 자호에서 〈C〉는 탄소를 의미하며 〈13〉은 탄소함유량이 1.3%, 〈ㄹ〉는 고질강을 의미한다.

- 공구용합금강

공구용합금강에는 Cr, CrMn, CrW, Mn, 9CrSi, CrW5 등이 있다. 여기서 기본원소는 Cr이다.

- 고속도강

고속도강이란 절삭날의 온도가 500~600℃까지 올라가도 굳기와 내마모성 및 절삭힘을 그대로 유지하는 공구강을 말한다.

고속도강에는 고속18, 고속12, 고속9, 고속6Mo5, 고속6Mo3 등이 있다.

(2) 형타공구강

형타공구강은 랭간압착가공을 받는가 또는 열간압착가공을 받는가에 따라 랭간형타강과 열간형타강으로 나눈다.

랭간형타강으로는 C9, C10, C12, 9Cr, Cr6WV, Cr12V, Cr12, Cr12Mo 등이 쓰인다.

열간형타는 가열된 금속을 변형시키기때문에 형타자체가 500~600℃까지 가열되며 큰 충격힘을 받는다. 그러므로 충격과 열에 잘 견디는 강으로 만든다.

열간형타강에는 5CrNiMo, 5CrMnMo, 5CrNiTi과 7Cr13, 3Cr2W3V 등이 있다.

(3) 측정공구강

측정공구들은 탄소강, 질소강, 공구용탄소강, 공구용합금강으로 만든다.

형태가 단순하고 치수정밀도가 높지 않은 일반측정공구들은 C7~C12강으로 만들며 형태가 복잡하고 치수정밀도가 높은 측정공구들은 Cr, CrMn, CrWMn, Cr12Mo 등으로 만든다.

정밀한 측정공구들은 38CrMoAlㄹ, 38CrAl 등에 질소를 침투시켜 만든 강으로 만든다.

3) 불수강

불수강이란 내식성이 높은 강철을 말한다.

강철의 내식성을 높이기 위한 중요한 방도의 하나는 구조조직(강철의 구조)을 치밀하게 하는것이다.

공업적으로 쓰이는 불수강들은 불수강에 들어있는 합금원소에 따라 크롬불수강, 크롬니켈불수강, 특수불수강으로 나눈다.

(1) 크롬불수강

크롬불수강에는 Cr13, 2Cr13, Cr17, Cr25Ti, Cr28 등과 3Cr13, 4Cr13 등이 있다.

크롬불수강은 Cr13계, Cr17계, Cr27계의 강철로 나누기도 한다.

- **Cr13계강철**

Cr13, 2Cr13은 가소성과 인성이 좋으므로 부식성이 약한 매질에서 일하는 중요한 부분품재료(타빈날개, 축)로 쓰인다.

3Cr13, 4Cr13은 손칼, 면도칼, 수술도구, 베아링, 비행기의 부분품 등을 만드는데 쓰인다.

- **Cr17계강철**

Cr17계강철은 식료품, 화학공업용기계(질산을 다루는 기계) 등을 만드는데 쓴다.

- **Cr27계강철**

Cr25, Cr25Ti, Cr28 등은 질산, 초산, 류산 등을 처리하는 설비를 만드는데와 높은 온도에서 내산화성을 요구하는 설비들을 만드는데 쓴다.

(2) 크롬니켈불수강

크롬니켈불수강이란 18%의 Cr와 8~10%의 Ni가 들어있는 강철을 말한다.

이 강철은 크롬불수강보다 내식성이 좋으며 세기와 가소성이 높고 용접성도 좋다.

이 강철들은 여러가지 용접재료와 형단조품, 여러가지 화학반응장치 등을 만드는데 쓴다.

4) 내열강

내열강이란 일반적으로 열에 잘 견디는 성질을 가진 강철을 말한다. 다시말하여 내열강은 높은 온도에서 산화에 견디는 성질(내산화성)과 세기를 보존하는 성질(내열세기)이 높은 강철을 말한다.

내열강에는 니켈바탕의 내열합금, 코발트바탕의 내열합금, 몰리브덴바탕의 내열합금이 있다.

(1) 니켈바탕의 내열합금

니켈바탕의 내열합금에는 Ni-Mo계합금(하스펠로이합금)과 Ni-Cr계합금이 있다.

Ni-Mo계합금은 높은 온도에서의 내산성(류산, 염산, 린산속에서)이 높고 용접이 잘되며 기계적성질도 좋기때문에 여러가지 내열구조물 특히 산을 만드는 기계설비와 장치, 비행기, 로케트의 부분품, 가스타빈날개, 내연기관의 연소실 등을 만드는데 쓴다.

Ni-Cr계합금은 Ni와 Cr외에 Ti, Al, Mo, W, Nb, B 등과 같은 원소들을 더 넣어 내열세기를 높여 높은 온도(700~900℃)에서 작업하는 가스타빈의 날개, 비행기의 기관부분품, 압축기부분품을 만드는데 쓴다.

(2) 코발트바탕의 합금

코발트바탕의 합금은 Co에 Mo, W, Nb, Cr와 같은 원소들을 더 넣어 내열세기를 높여 높은 온도(1 000~1 050℃)에서도 본래의 세기를 유지하여야 하는 특수한 부분품을 만드는데 쓴다.

(3) 몰리브덴바탕의 합금

몰리브덴합금은 가장 좋은 내열재료이다.

몰리브덴합금은 Ti 0.5%, Zr 0.05%씩 섞어서 만든다.

몰리브덴합금은 1 650℃까지의 높은 온도에서도 기계적성질이 안정하므로 초음속비행기날개의 유도날을 비롯하여 로케트, 초고속전투기들에서 제일 심하게 가열되는 부분품들을 만드는데 쓴다.

※ 650℃이상 되는 온도에서는 몰리브덴이 심하게 산화되므로 겉면에 규소 또는 흑연을 씌워 리용한다.

5) 정밀합금

정밀합금은 전자공업에서 반도체소자, 집적회로, 콤퓨터를 비롯한 여러가지 현대적인 요소와 계기 및 기구들을 만드는데 쓰인다.

정밀합금에는 자성재료, 전기저항재료, 열팽창재료, 전기접점합금, 전자관용합금 등이 있다.

(1) 자성재료

자성재료는 일반적으로 연자성재료(철심재료)와 경자성재료(영구자석재료)로 나눈다.

연자성재료는 전동기, 발전기, 변압기, 측정기구, 계전기, 자기증폭장치 등의 철심을 비롯한 자기변형요소들을 만드는데 쓰인다.

연자성재료에는 공업용순철, 전기공업용규소강, 투자률이 큰 연자성합금 등이 있다.

투자률이란 자기마당의 작용을 받아서 자기유도가 변화되는 물질의 자기적속성을 특징짓는 물리적량을 말한다.

공업용순철은 계전기, 전화기 등의 철심과 전자석극을 만드는데 쓴다.

전기공업용규소강은 1~4%의 규소가 포함된 강철이다.

이 강철에는 전기2, 전기3, 전기3ㄹ, 전기4, 전기4ㄹ 등이 있다.

투자률이 큰 연자성합금에는 Fe-Ni계합금과 Fe-Al-Si계합금이 있는데 정밀도가 높은 계기, 예민한 약전기구들을 만드는데 쓰인다.

경자성재료는 영구자석에 쓰인다고 하여 영구자석재료라고도 한다.

경자성재료에는 영구자석용강철과 영구자석용합금이 있다.

영구자석용강철에는 Cr강, W강, Co강이 있으며 영구자석용합금에는 Fe-Al-Ni계합금, Fe-Al-Ni-Co계합금, Cu-Ni-Fe계합금, Cu-Ni-Co계합금 등이 있다.

(2) 전기저항재료

전기저항재료에는 저항재료와 가열체재료가 있다.

전기도선용으로 쓰는 재료(Cu, Al)들은 전기저항이 매우 작아도 되지만 전기계기와 가열설비들의 가열체요소, 전열기, 가감저항기 등을 만드는데 쓰는 재료는 전기저항이 커야 한다.

전기저항이 높은 합금에는 Cr17Al15, Cr15Ni60, Cr20Ni80 등이 있다.

(3) 특수열팽창합금

측정계기, 전자관 등을 만들려면 알맞는 선팽창결수를 가진 재료들을 써야 한다.

Fe-Al합금에서 니켈량을 변화시키면 선팽창결수가 다른 여러가지 합금이 얻어진다.

이렇게 만든 합금에는 Ni36, Ni48, Cr8Ni36 등이 있다.

36%의 니켈이 포함된 Fe-Ni합금은 -50~108℃구간에서 령에 가까운 열팽창결수를 가지므로 온도가 변하여도 치수가 변하지 말아야 하는 측량기구, 광학기구 등 정밀기구와 계기를 만드는데 쓴다.

43%의 니켈이 포함된 Fe-Ni합금은 백금과 유리의 열팽창결수와 같기때문에 전구, 전자관 등에서 유리와 땜하는 봉착재료로 쓴다.

2. 주 철

주철도 강철과 마찬가지로 기계재료로 중요하게 쓰인다.

주철이란 탄소가 보통 2~4.5% 들어있는 철탄소합금을 말한다.

주철에도 역시 탄소와 약간의 규소, 망간, 린, 류황 등의 원소들이 들어있다.

일반적으로 주철은 강철에 비하여 기계적성질이 낮고 가소성이 거의 없기때문에 압착가공할수 없다.

그러나 녹음온도가 낮고 주조성이 좋으며 누름세기와 마모에 견디는 성질이 좋을뿐아니라 떨기를 잘 흡수하며 절삭가공성도 좋고 값이 눅으므로 오래전부터 많이 써왔다.

주철은 기계적성질에 따라 보통주철과 특수주철로 나누며 합금원소가 포함된 정도에 따라 일반주철과 합금주철로 나눈다.

1) 보통주철

보통주철은 구조상태와 성질에 따라 백색주철, 회색주철, 고급주철, 가단주철 등으로 나눈다.

(1) 백색주철

백색주철은 깨진 면이 은백색이고 탄소가 전부 Fe_3C모양으로 되여있으며 몹시 굳고 내마모성이 높으며 취성이 있으므로 압착가공을 할수 없고 깎기도 힘들다.

백색주철은 마모에 견디여야 하는 부분품(압연로라, 분쇄기의 턱, 보습, 볼)을 만드는데와 가단주철을 얻기 위한 소재로 쓰인다.

(2) 회색주철

회색주철은 가장 널리 쓰이는 주철로서 보통 회색주철을 주철이라고 한다.

회색주철은 깨진 면이 회색을 띠며 주철안의 탄소가 전부 또는 부분적으로 흑연모양으로 되여있다.

주철의 성질은 흑연의 모양과 크기, 량, 분포정도에 따라 다르게 나타나는데 주철안에 있는 흑연모양이 둥글고 작으며 량이 적고 골고루 섞여있을수록 성질이 좋다.(그림 2-4)

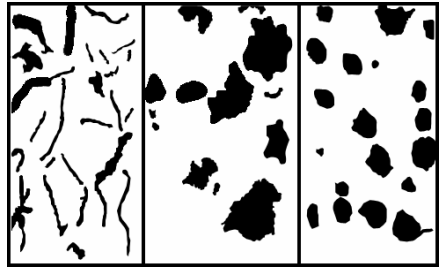
회색주철에서는 흑연이 길쭉한 판모양을 가지고 분포되여있다.

주철가운데서 기계적성질이 제일 낮은것이 회색주철이다.

그림 2-4. 주철속에 있는 흑연의 모양

회색주철의 자호는 회색주철을 의미하는 글자 〈회주〉를 쓴 다음 당김세기의 값을 써서 표시한다.

실례로 회주100에서 수자 100은 당김세기한계를 의미한다.

회색주철은 보통회색주철(회주100, 회주150, 회주200)과 고급회색주철 또는 고급주철(회주200, 회주250, 회주300)로 나눈다.

고급회색주철은 큰 힘을 받는 중요한 부분품을 만드는데 쓴다.

즉 회주200은 송유관피스톤가락지, 회주250은 공작기계의 베트, 뽐프의 본체, 회주300은 두께가 29~60㎜정도 되는 복잡한 주물, 높은 압력을 받는 부분품들과 심하게 마모되는 부분품(큰 치차의 피스톤가락지, 내연기관, 디젤기관의 기통, 프레스형타) 등을 만드는데 쓴다.

주철의 질을 높이기 위해 개량법을 쓴다.

회색주철의 성질을 개선하기 위하여 Si와 Al, Ca 등과 같은 개량제를 넣어 얻은 주철을 개량주철이라고 하는데 대표적인 개량주철은 구상흑연주철이다.

구상흑연주철은 세기가 매우 높기때문에 고강도주철이라고 한다.

고강도주철에는 고주45-0, 고주50-1.5, 고주60-2, 고주45-5, 고주40-10 등이 있다.

고강도주철의 자호에서 첫 수자는 당김세기한계의 1/10에 해당한 값이고 뒤수자는 늘임률을 표시한다.

고강도주철은 강철의 기계적성질과 비슷하기때문에 크랑크축, 피스톤고리, 여러가지 변, 치차 등과 10t까지의 주물을 얻는데 쓰며 단조품, 주강품, 유색금속제품을 대신하여 쓰기도 한다.

(3) 가단주철

가단주철이란 백색주철을 열처리(소둔)하여 탄소를 목화송이모양의 흑연으로 만든 주철을 말한다.

주철속의 흑연이 목화송이모양으로 되여있기때문에 백색주철보다 기계적성질이 좋다.

가단주철의 자호는 고강도주철과 같은 방법으로 표시하는데 다만 글자 〈고주〉대신에 〈단주〉라고 쓰는것이 다르다.

가단주철은 구부림, 틀음, 마모, 피로에 대한 저항이 크므로 세기가 매우 높으면서 충격, 피로, 가스압력, 물압력 등에 견딜수 있는 모양이 복잡한 부분품을 만드는데 쓴다.

2) 특수주철

특수주철에는 고규소내산주철, 고크롬불수주철 및 기타 특수주철들이 있다.

(1) 고규소내산주철

고규소내산주철이란 14~17%의 Si와 약간의 다른 원소(C 0.3~0.8%와 Mn 0.3~0.8%)를 섞어만든 주철을 말한다.

여기에는 Si-15, Si-17 등이 있다.

고규소내산주철은 질산, 농류산, 크롬산 등과 같은 매질속에서 작업하는 부분품을 만드는데 쓴다.

(2) 고크롬불수주철

불수주철이란 보통주철에 Cr, Ni, Al, Mo 등을 넣은 주철을 말하며 **고크롬불수주철**은 보통주철에 크롬을 많이 넣은 주철을 말한다.

고크롬불수주철에는 보통 Cr 25~36%, C 0.5~2.2%, Si 0.5~1.7% 정도 들어있다.

고크롬불수주철은 내식성, 내산화성이 높고 높은 굳기와 높은 온도에서의 세기와 내마모성을 그대로 유지한다.

(3) 기타 특수주철

주철에는 또한 크롬, 니켈 등의 합금원소를 넣어 바탕조직을 미세하게 하여 여러가지 부식매질에서 견디게 할뿐아니라 좋은 광학적성질을 가지게 한것들이 있다.

특수주철에는 크롬주철, 니켈주철, 규소주철, 알루미니움주철, 니켈동주철, 니켈동규소주철 등이 있다.

련습문제

1. 강철은 어떻게 나누는가?
2. 주철은 어떻게 나누는가?
3. 강철과 주철을 어떻게 갈라볼수 있는가?
4. 가정에서 강철로 된것과 주철로 된것을 각각 5가지 들어보아라.

제3절. 유색금속재료

유색금속은 그것이 가지고있는 특수한 물리화학적성질과 기계적성질로 하여 기계공업, 전자공업, 전기공업 등을 비롯한 인민경제의 여러 부문에서 널리 쓰이는 재료이다.

기계공업에 널리 쓰이는 유색금속재료로는 동과 그 합금, 알루미니움과 그 합금, 베아링합금 등이 있다.

1. 동과 그 합금

동은 순도에 따라서 Cu-1(Cu 99.95%), Cu-2(Cu 99.90%), Cu-3(Cu 99.70%)으로 나눈다.

동의 성질에서 가장 중요한것은 열전도도와 전기전도도가 매우 높은것이다.

동의 전기전도도는 아연 다음으로 좋기때문에 도선재료로 쓰인다.

동은 선, 판, 봉, 관 등의 자재로 가공되여 전기기계와 전기기구의 도체, 케블, 송배전용전기줄, 전차줄, 전화줄 등을 만드는데 쓰인다.

동은 또한 열흐름성과 내식성이 좋으므로 가스관, 열교환기의 관, 중유바나용관, 방열기계통의 관, 유기합성 및 유기산공업에서 증발기, 증류관, 탑 등을 만드는데 널리 쓰인다.

동은 Zn, Sn을 비롯한 여러가지 금속들과 합금하여 쓰는데 대표적인 합금은 황동과 청동이다.

1) 황동

황동이란 Cu를 기본원소로 한 Cu와 Zn과의 합금을 말하는데 옛날부터 놋이라는 이름으로 불리워왔다.

실지로 많이 쓰이는 황동은 Cu에 Zn이 45%보다 작게 포함된 합금이다.

실례로 CuZn10으로 표기된 황동에서 수자 10은 Zn의 평균함유량(%)을 의미하고 나머지 90%는 Cu의 함유량을 의미한다.

Zn이 5~20%까지 포함된 황동은 여러가지 판, 띠, 관, 장식물을 만드는데 쓰인다.

CuZn4는 방열기 및 관을, CuZn10은 피복용관이나 띠, CuZn32은 포탄의 탄피, 여러가지 관, 랭간형단조품, CuZn10, CuZn32은 쌍금속을 만드는데 쓰인다.

이밖에도 특수황동이 있는데 **특수황동**이란 황동의 기계적성질, 내식성, 절삭가공성, 주조성을 더욱 높이기 위하여 1~2%까지의 Al, Mn, Fe, Ni, Sn, Pb, Si 등을 조금씩 더 넣어 만든 동합금을 말한다.

특수황동에는 Al황동, Ni황동, Mn황동, Sn황동, Pb황동 등이 있는데 대표적인것은 CuZn59Pb1, CuZn70Sn1, CuZn60Al1Fe1 등이다.

2) 청동

황동을 내놓은 나머지 모든 동합금을 **청동**이라고 한다.

청동은 석청동과 특수청동으로 나눈다.

(1) 석청동

석청동은 Cu-Sn합금으로서 Sn의 함유량에 따라 성질이 변한다.

석청동가운데서도 Sn이 8~10% 포함된 청동이 가장 널리 쓰인다.

이 청동에 Zn을 2~4% 넣은 석청동(석+아연)은 옛날부터 포금이라고 불리워왔는데 녹여붓기가 쉽고 기계적성질이 높으며 내식성이 매우 높다.

포금은 지금 기계의 중요한 부분품들인 베아링, 관부속, 치차 등을 만드는데 쓴다.

석과 함께 린을 더 넣어준 석청동(Sn 6.5%, P 0.4%)을 린청동이라고 하는데 이것은 튐성이 매우 높기때문에 여러가지 계기들과 정밀기구들에서 정밀한 용수철(유사)을 만드는데 쓴다.

석자원의 제한성과 관련하여 석이 전혀 들어가지 않은 Cu-Al합금, Cu-Si합금을 비롯한 동합금들이 쓰이는데 이것들은 석청동을 대신한다는 뜻에서 색갈에 관계없이 청동이라고 하며 이와 같이 석이 들어가지 않은 청동을 **특수청동**이라고 한다.

석청동은 마모에 견디는 성질과 주조성이 좋으며 일부 매질에서 내식성이 좋기때문에 높은 내식성과 내마모성을 요구하는 복잡한 모양의 부분품(뽐프의 케스, 변, 치차, 배의 관부속품 등)들을 만드는데 쓰인다.

(2) 알루미니움청동

알루미니움청동은 보통 Cu에 Al이 7~11% 함유된 합금이다.

알루미니움청동은 석청동에 비하여 세기와 내식성이 더 좋다.

이 청동은 산화제적성질을 가지지 않는 묽은 산용액(유기산, 묽은 염산, 바다물 등)에서는 석청동보다 내식성이 더 좋다.

그러나 알카리용액에서는 견디지 못하는 결함이 있다.

(3) 규소청동

규소청동에는 규소가 2~4% 함유되여있다.

규소청동의 대표적인것은 청Si2, 청Si3 등이다.

이 청동들은 비교적 주조성과 기계적성질 및 내마모성이 좋고 용접과 납땜도 잘되며 내식성도 좋을뿐아니라 석청동보다 늘임률이 크다.

동합금에는 이밖에 베릴리움청동, 연청동, 니켈청동 등도 있다.

2. 알루미니움과 그 합금

알루미니움과 그 합금은 다른 재료에 비하여 가벼우면서 전기전도도와 열전도도가 높고 소성변형이 잘되며 부식되지 않는다.

특히 알루미니움합금은 가벼우면서도 좋은 기계적성질을 가지기때문에 기계부분품과 생활필수품을 만드는데 널리 쓰인다.

1) 알루미니움

알루미니움은 밀도가 2.7g/㎤로서 강철의 1/3밖에 안되는 가벼운 은백색의 금속이다.

알루미니움은 녹음점이 600℃로서 낮고 열 및 전기전도도가 높은 것이 특징이다.

알루미니움은 세기와 굳기가 낮으며 가소성이 매우 좋으므로 종이처럼 얇게 밀어낼수도 있고 복잡한 형강제품을 쉽게 만들수도 있다.

특히 낮은 온도(-100℃아래)에서도 바스러지지 않는다.

알루미니움은 공기속에서 산화되여 0.2㎛정도의 치밀한 Al_2O_3의 《껍질》이 씌워지므로 내식성도 높다.

알루미니움의 자호는 알루미니움의 화학원소기호 Al과 알루미니움의 함유량수자에서 소수점아래의 수자를 써서 표시한다. 즉 Al의 함유량이 99.85%이면 Al85로 표시한다.

Al85, Al8은 알루미니움박, 특수피복, 케블 및 도선재료, 알루미니움합금 및 화학설비제작에 쓰인다.

알루미니움은 가볍고 가소성이 좋은 반면에 세기와 굳기가 작기때문에 부분품제작에는 대체로 알루미니움합금이 쓰인다.

2) 알루미니움합금

알루미니움합금에는 크게 변형용알루미니움합금과 주조용알루미니움합금이 있다.

(1) 변형용알루미니움합금

변형용알루미니움합금은 구조와 성질의 공통성에 따라 내식성알루미니움합금과 높은 세기알루미니움합금으로 나눈다.

높은 세기알루미니움합금에서 전형적인것은 듀랄루민이다.

듀랄루민은 Al-Cu-Mg계합금으로서 Al은 2.5~6.0%, Cu은 0.4~2.8%, Mg은 0.4~1.0%정도 함유되여있다.

듀랄루민의 대표적인 자호는 듀1, 듀16, 듀17, 듀18 등이다.

듀랄루민은 가볍고 내열성이 좋으며 좋은 기계적성질로 하여 주로 비행기제작에 많이 쓰인다.

상 식 **금보다 더 비쌌던 금속**

도이췰란드의 화학자에 의하여 1827년 30g정도의 알루미니움이 얻어졌다.

그때 알루미니움값은 금보다 더 비쌌다. 19세기 50년대에 와서 알루미니움 1kg의 값은 은 1kg값과 맞먹었다.

알루미니움은 그 자원이 무진장하다. 지각에서 그 매장량은 철의 2배를 넘는다.

알루미니움의 대표적인 합금은 비행기제작에 널리 쓰이는 듀랄루민이다.

프랑스말로 이것은 굳은 알루미니움이라는 뜻이다.

(2) 주조용알루미니움합금

주조용알루미니움합금은 자동차, 뜨락또르, 비행기 등의 피스톤, 실린더 등 여러가지 기계부분품들을 만드는데 널리 쓰이는 합금으로서 매우 가벼운것(밀도가 2.4~3.3g/cm^3)이 특징이다.

주조용알루미니움합금가운데서 가장 전형적인것은 씰루민이다.

씰루민은 주조성이 좋지만 기계적성질이 높지 못한것이 결함이다.

씰루민은 비교적 좋은 절삭가공성과 용접이 잘되는 성질을 가지고 있으며 일부 매질 특히 산화제매질에서 높은 내식성을 가진다.

씰루민을 개량하여 기계적성질이 좋은 Al-Si계합금을 만들어 쓴다.

가장 많이 쓰이는 합금은〈AlSi12주〉이다.

여기서 〈주〉는 주조용알루미니움합금을 의미한다.

3. 베아링합금

베아링합금을 일반적으로 내마모합금이라고도 한다.

베아링합금은 베아링의 작업특성으로부터 다음과 같은 조건을 만족시켜야 한다.

첫째로, 축보다 굳기가 작아야 하며 마찰결수가 작아야 한다.

둘째로, 녹음점이 낮고 열전도도가 좋아야 하며 내식성과 기계적성질이 좋아야 한다.

셋째로, 주조성이 좋고 값이 눅어야 한다.

베아링재료로는 바비트와 황동, 청동들이 많이 쓰이며 때로는 주철도 쓰인다.

베아링재료로 널리 쓰이는것은 바비트이다.

바비트란 석, 연, 아연 또는 알루미니움을 기본으로 하는 합금을 말한다.

바비트에는 석바비트, 연바비트, 석연바비트 등이 있다.

① 석바비트

가장 많이 쓰이는 석바비트는 바83, 바89이다.

석바비트는 센 힘을 받으며 회전속도가 큰 발동기의 타빈기관, 마광기의 크랑크축, 차량 등의 베아링 또는 마찰부분에 쓰인다.

② 연바비트

석을 절약하기 위하여 연을 기본으로 하고 Sn, Sb, Cu, Ni, Na, Ca,

Te 등과 같은 원소들을 합리적으로 섞어 만든 연바비트가 많이 쓰이고있다.

대표적인 연바비트는 바6, 바16이다.

바6은 석유발동기, 압축기, 절삭기계 기타 비교적 작은 힘을 받는 기계의 베아링재료로 쓰인다.

바16은 차량과 같이 일정한 정도의 힘을 받는 기계들의 베아링재료로 쓰인다.

③ 베아링용아연합금

아연합금은 값이 비싼 동합금을 대신하는 베아링합금으로서 널리 쓰이고있다.

이와 함께 우리 로동계급과 기술자들이 만들어낸 천리마합금도 베아링재료로 중요하게 쓰인다.

제4절. 비금속재료

경애하는 수령 **김일성**대원수님께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《기계설비를 만드는데는 여러가지 규격의 강재와 고무제품, 수지제품, 전기부속품을 비롯한 많은 소재와 부분품들이 있어야 합니다.》

기계재료에는 여러가지 흑색금속, 유색금속과 함께 비금속재료도 많이 쓰인다.

특히 최근에는 합성수지를 비롯한 여러가지 새로운 비금속재료들이 만들어져 흑색금속과 유색금속을 대신하는 기계재료로 리용되고있는것이 세계적추세로 되고있다.

기계부분품들을 그 작업조건을 옳게 고려하여 비금속재료로 만들면 여러가지 측면에서 좋은 점이 있다.

비금속재료는 크게 무기질재료와 유기질재료로 나눈다.

1. 무기질재료

무기질재료는 기계재료와 건설재료로 많이 쓰일뿐아니라 침목, 전극다리, 내화재료, 연마감, 절연감, 보온감 등에도 많이 쓰이고있다.

특히 일부 무기질재료들은 매우 높은 내식성을 가지고있기때문에 내마모재료로도 널리 쓰이고있다.

공업적으로 쓰이는 무기질재료로서는 천연재료, 녹음규산염재료, 소결규산염재료 등이다.

1) 천연재료

기본천연재료에는 석영, 운모, 규소토, 돌솜, 대리석 등이 있다.

천연재료에는 이밖에도 천연산견딜재료들인 조면암, 안산암, 응회암, 규석, 칠보석과 같은것이 있다.

2) 녹음규산염재료

녹음규산염재료라는것은 암석 및 기타 무기물질을 녹여 얻은 재료를 말하는데 여기에는 돌주물, 유리, 법랑 등이 있다.

(1) 돌주물

돌주물이란 자연계에서 나오는 암석(주로 현무암)을 녹여서 만든 주조품을 말한다.

돌주물의 가장 중요한 특성중의 하나는 내식성과 내마모성이 높은 것이다.

돌주물은 산, 알카리용액의 수송관, 반응탑과 저장통의 안붙임, 산견딜뽐프, 발관수용수도관, 오수관 등에 쓰인다.

(2) 유 리

유리는 우리 나라에 풍부한 석영모래를 주원료로 하여 만든다.

유리는 취성재료로서 그 겉면으로부터 파괴되는것이 특징이다.

유리는 보통 높은 내식성을 가지고있다.

특히 유리는 임의의 농도 및 임의의 모든 무기산(불소수소산은 제외)에 잘 견디며 알카리에도 견디는 능력이 세다.

그러므로 이러한 매질들을 다루는 실험기구, 여러가지 화학장치부분품(유리관, 련결용접합관, 정류탑의 안붙임) 등을 만드는데 쓰인다.

유리는 건설용유리, 일용유리(공예유리), 광학유리로 나누기도 한다.

(3) 법 랑

법랑제품이란 여러가지 금속제품겉면에 법랑유약을 얇게 입힌 제품을 말한다.

법랑유약이란 암석(모래, 석회석, 장석 등), 용제(붕사) 또는 Ni, Co, Cr 등의 산화물을 섞어 녹여 얻은 유기물질을 말한다.

법랑은 제품의 내열성과 내식성, 내마모성을 좋게 할뿐아니라 결면정결도를 높여준다.

산견딜법랑제품은 저장, 증발, 거르기, 결정화, 증류, 염소화 등의 조작을 위한 탕크, 그릇, 정류탑, 교반기, 뽐프 등을 만드는데 많이 쓴다.

3) 소결규산염재료

소결규산염재료란 고체상태의 가루와 성형제품이 그의 녹음점 아래온도에서 서로 녹아붙은 규산염재료를 말하는데 대표적인것은 규산염집합제, 도자기, 내열재료이다.

규산염집합제에서 가장 기본적인것은 세멘트이다.

세멘트는 그 종류가 100여가지가 훨씬 넘으며 그 성질에 따라서 크게 공기굳힘성세멘트, 물굳힘성세멘트, 특수세멘트로 나눈다.

물굳힘성세멘트는 공기속에서뿐만아니라 물속에서도 굳어지는 세멘트를 말하는데 보통 세멘트의 대부분이 여기에 속한다.

세멘트는 그 종류가 매우 많으며 종류별쓰임도 각이하지만 가장 많이 쓰이는것은 물굳힘성세멘트의 하나인 포르틀랜드세멘트이다.

세멘트는 대부분이 콩크리트를 만드는데 쓰인다.(90%이상)

특수세멘트는 일반건재에 속하지 않는 특수한 쓰임을 가진 세멘트를 말하는데 여기에는 산견딜세멘트, 이발용세멘트, 알루미나세멘트, 유기고분자물질을 넣은 세멘트 등이 있다.

4) 도자기

도자기는 찰흙, 규석, 장석 등을 기본으로 하여 만든다.

도자기는 주어진 배합조성에 따라 원료배합을 한 다음 원통형분쇄기에서 보드랍게 갈아서 제품의 형태에 따라 여러가지 모양으로 빚어가지고 높은 온도에서 구워 만든다.

도자기는 여러가지 특성을 가지고있기때문에 일용품공업, 식료가공공업에서는 없어서는 안될 재료로 쓰이며 기계공업재료, 건설재료로도 중요하게 쓰인다.

기계공업분야에서는 전기절연재료, 고압애자류, 내열재료, 내식성재료로 널리 쓰이고있다.

특수자기는 사기바이트, 충전지재료, 압전재료, 자성체재료로 쓰이며 전자공업에서도 쓰인다.

5) 내열재료

내열재료란 비교적 높은 온도(1 000℃이상)에서 물리화학적 및 력학적작용에 견디는 재료를 말한다.

내열재료는 내열성, 화학적성질, 만드는 방법에 따라 여러가지로 나눈다.

내열성에 따라서는 내열도가 1 580~1 770℃인 보통내열재료(규석벽돌, 샤모트벽돌)와 열견딜도가 1 770℃보다 큰 고급내열재료(마그네샤)로 나눈다.

만드는 방법에 따라서는 일정한 모양을 가진 산성열견딜물, 모양이 없는 열견딜콩크리트($3CaO{\cdot}Al_2O_3$과 골재)와 열견딜몰탈로 나눈다.

화학적성질에 따라서는 산성내열재료, 중성내열재료, 염기성내열재료로 나눈다.

이밖에도 특수목적에 쓰는 특수내열재료들이 있다.

특수내열재료는 주로 녹음온도가 높은 산화물, 탄화물, 질화물, 붕화물, 규화물로 만든다.

특수열견딜물은 원자로나 로케트의 발동기 등에 쓰인다.

2. 유기질재료

유기질재료에는 천연고분자재료와 합성고분자재료가 있다.

유기질재료에서 가장 많이 쓰이는것은 합성고분자재료이다.

합성고분자재료에서도 합성수지로 만든 가소물과 합성고무제품이 널리 쓰인다.

1) 합성수지재료

합성수지란 인공적으로 합성하여 얻어진 수지상고분자물질을 말한다.

합성수지는 가소물, 칠감, 접착제의 원료로 쓰인다.

공업적으로 쓰이고있는 합성수지는 합성방법에 따라 중합수지(중합가소물)와 중축합수지(중축합가소물)로 나눈다.

(1) 중합수지

중합수지에는 폴리염화비닐계수지, 폴리에틸렌계수지, 폴리스티롤계수지, 폴리아크릴수지(유기유리) 등이 있다.

폴리염화비닐계수지는 물리기계적성질과 전기절연성, 내식성이 좋아 여러가지 기계부분품으로 쓰인다.

폴리에틸렌계수지는 여러가지 통신설비와 고주파까벨 등의 절연용으로 쓰인다.

폴리스티롤계수지는 화학실험기구, 점화제, 칠감 등을 만드는데 쓰인다.

(2) 중축합수지

중축합수지에는 페놀수지, 페놀-포름알데히드수지, 뇨소수지, 멜라민수지, 글리프탈수지, 규소수지, 폴리아미드수지 등이 있다.

중축합수지에서 가장 대표적인것은 페놀수지이다.

페놀수지를 기본으로 한 가소물에는 베클라이트판, 텍스토리드, 파올리트 등이 있다.

2) 고 무

고무제품은 기계공업, 화학공업, 일용품공업 등을 비롯하여 인민경제 여러 부문에서 널리 쓰인다.

고무에는 천연고무와 합성고무가 있다.

천연고무는 세기와 접착성이 나쁘기때문에 여기에 여러가지 가류제와 활성제 및 가류촉진제를 넣어 세기와 접착성을 높여 쓴다.

가류제란 실모양으로 된 고분자구조를 그물모양의 고분자구조로 바꾸기 위한 첨가제를 말한다.

가류제로서는 산화아연 또는 산화마그네시움을 쓴다.

이렇게 만든 고무는 굳은 고무와 무른 고무로 나눈다.

(1) 굳은 고무

굳은 고무는 축전지함이나 소케트, 화학장치의 안붙임감 등으로 리용되는데 일반적으로 에보나이트라고 한다.

(2) 무른 고무

무른 고무는 튐성이 넓은 온도범위(-45~+45℃)에서도 그대로 보존된다.

무른 고무는 주로 틈막이, 얇은 막, 카프링, 제동장치, 완충장치, 열절연체, 려과제, 다이야, 고무호스, 띠 등을 만드는데 쓴다.

3) 나 무

나무는 그의 좋은 성질로부터 기계재료로 많이 쓰인다.

나무는 가볍고 열을 잘 흘려보내지 않으며 세기가 비교적 높고 가공하기 좋다. 나무의 종류는 매우 다양하고 그 수가 많다.

나무들가운데서 기계재료에 많이 쓰는 나무들을 보면 이깔나무, 잣나무, 참나무, 피나무, 가문비나무, 박달나무 등이다.

나무는 주물생산에서 목형과 심형을 만드는데와 자동차의 적재함, 화차의 짐함, 침목, 갱목 등을 만드는데 쓴다.

나무는 합판, 압착판, 목삭판, 널판자, 각재로 만들어 쓴다.

4) 사 기

사기는 그의 굳음성으로 하여 금속을 깎는데 널리 쓰이고있다.

사기는 알란담가루에 풀을 섞어서 압착하여 요구하는 모양의 공구로 만들어 쓴다.

석영모래와 무연탄을 섞어서 전기로에서 녹이면 카보란담이라는 매우 굳은 연마용재료가 얻어진다.

이외에도 비금속은 그의 력학적 및 기계적성질의 특성으로 하여 금속재료를 대신하여 많이 쓰이며 현재는 금속재료로서는 해결할수 없는 특수한 성질을 가진 고급재료를 만드는데 널리 쓰인다.

상 식 **거짓동으로 알려진 니켈**

니켈은 1751년에 한 과학자에 의하여 발견되였다.

그는 누런색을 띤 류화물을 녹여 동을 만들어보려고 고심어린 연구를 거듭하였는데 기대하였던 동은 나오지 않고 처음 보는 다른 금속을 얻어내였던것이다.

그는 동이 자기의 정체를 드러내지 않는다고 하여 그것을 거짓동(주페르니켈)이라고 불렀다. 니켈이란 도이췰란드어로 거짓이란뜻이다.

니켈은 매우 인성이 높고 가공성이 좋으며 합금과 도금이 잘되는 은백색의 금속이다. 니켈은 공기와 알카리에 안정하다. 니켈합금은 화학장치, 선박, 알카리축전지극판, 발동기, 압축기재료로 널리 쓰인다.

제3장. 소재생산방법

경애하는 수령 **김일성**대원수님께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《…기계공업부문에서 소재기지를 튼튼히 꾸리며 많이 쓰는 협동생산품들을 자체로 생산보장하기 위하여 투쟁하여야 하겠습니다.》

현시기 소재생산에서 중요한 문제는 소재의 품종수를 늘이고 그 질을 높이는것이다.

소재생산은 부분품생산의 선행공정으로서 여러가지 방법으로 생산하는데 대표적인 방법들이 주물, 단조, 압연이다.

이 장에서는 주물, 단조, 압연에 의한 소재생산의 원리와 방법들을 학습한다.

제1절. 주물에 의한 소재생산

1. 주물생산에 대한 일반적개념

우리는 물리과목에서 금속을 높은 온도로 가열하면 녹아서 고체상태로부터 액체상태로 넘어간다는것을 배웠다.

액체상태의 금속을 쇠물이라고 하는데 이것을 그릇에 담아 식히면 그릇의 내부형태와 같은 물체가 얻어진다. 금속의 이와 같은 성질을 리용하여 여러가지 형태의 제품을 만들어낸다.

금속을 녹여 쇠물을 만들고 그것을 일정한 형태를 가진 그릇에 부어넣고 식히는 방법으로 제품을 생산하는것을 **주물생산** 또는 **주조**라고 하며 이런 방법으로 만든 제품을 **주물품** 간단히 **주물**이라고 한다.

그러면 주물품을 어떻게 만드는가에 대하여 간단히 보기로 하자.

주물을 만들려면 우선 쇠물을 부어넣을수 있는 그릇을 만들어야 한다. 이 그릇을 **주형**이라고 한다.

주형에서 쇠물이 들어가 채워지는 공간을 **주형공간**이라고 하는데 주형공간은 만들려고 하는 주물품과 꼭같은 형태를 가지도록 만든다. 여기에 쇠물을 부어넣으면 쇠물이 주형속에서 식으면서 굳어진다.

쇠물이 식어서 다 굳어지면 그것을 주형속에서 꺼내여 깨끗이 청소한다. 이렇게 얻어지는것이 바로 주물소재이다.

주물소재는 검사를 한 다음 주물품창고에 보내거나 기계가공직장에 보내여 부분품을 깎게 한다.

주물을 만드는 원리는 이와 같이 간단하지만 실지 그것을 실현하는 생산공정은 복잡하다.

그러나 주물은 다른 가공방법에 비하여 좋은 점들이 많기때문에 소재생산에서 널리 리용되고있다.

우선 주물로는 복잡하고 큰 제품도 통채로 만들수 있다. 또한 두드리면 깨지기 쉬운 주철과 같은 금속으로도 부분품을 만들수 있으며 아무리 복잡한 부분품도 거의 완성품에 가까운 치수로 만들수 있기때문에 가공시간을 훨씬 줄일수 있다. 그리고 다른 가공방법에 비하여 설비들이 간단하고 부분품을 만드는데 비용이 적게 든다.

주물은 주물품의 재료에 따라 강철주물, 주철주물, 알루미니움합금주물, 동주물 등으로 나눈다.

주물품의 재료에 따라 주물이 잘되고 안되는 정도가 차이나는데 이것은 매개 금속의 주조적성질이 서로 다르기때문이다.

금속의 **주조적성질(주조성)**이란 주물생산공정과 주물의 질에 영향을 주는 성질을 말한다.

주조성이 좋아야 질좋은 주물품이 얻어진다.

주조성에는 액흐름성, 수축, 몰림, 가스 및 비금속개재물의 형성 등이 있다.

액흐름성은 쇠물이 얼마나 잘 흐르는가를 보여주는 성질이다.

액흐름성이 좋아야 정확한 형태의 주물을 얻을수 있으며 오작도 없앨수 있다.

액흐름성은 쇠물의 화학조성과 온도에 관계된다.

주철은 강철보다 액흐름성이 좋으며 같은 쇠물이라도 쇠물의 온도가 높을수록 흐름성은 더 좋다.

쇠물의 수축은 쇠물이 식어서 굳어질 때 체적이 줄어드는 현상이다.

수축도 쇠물의 화학조성과 온도에 따라 다르게 나타나는데 강철은 주철보다 수축현상이 더 심하게 나타나며 온도가 높을수록 더 많이 줄어든다.

수축현상은 주물품의 질에 매우 나쁜 영향을 준다. 수축이 심하면 주물품의 내부에 수축구멍, 수축관과 같은 여러가지 결함들이 생긴다.

몰림은 주물안에서 화학조성이 고르롭지 못하고 불균일하게 나타나는 현상이다. 몰림현상이 나타나는 원인은 쇠물속에 응고점이 낮은 불순물들이 포함되여있기때문이다. 쇠물속에 응고점이 낮은 류황이나 린과 같은 불순물들이 많이 포함되여있으면 식을 때 불순물이 한쪽으로 몰리면서 화학조성이 곳에 따라 달라진다. 이와 같은 현상은 큰 주물을 만들 때 더 심하게 나타난다.

몰림은 주물의 기계적성질을 낮추므로 주물할 때 몰림이 생기지 않도록 주의하여야 한다.

가스 및 비금속개재물도 주물에 나쁜 영향을 준다.

쇠를 녹일 때 쇠물에는 적지 않은 량의 수소, 질소, 산소 등과 같은 가스들이 흡수되는데 이것들은 쇠물이 응고될 때 가스형태로 나온다. 이 가스를 주물안에서 제때에 뽑아버리지 못하면 주물품의 겉면이나 내부에 벌둥지 같은 가스구멍들이 형성된다. 이것을 **가스집**이라고 한다.

주물품의 질을 높이고 오작을 없애자면 응고될 때 생기는 가스를 제때에 뽑아주어 가스집이 생기지 않게 하여야 한다. 이와 함께 주물하는 과정에 여러가지 불순물들로 결합체를 이룬 비금속개재물이 생기는데 이것이 주물에 들어가지 않도록 하기 위한 대책을 세워 끼여들어가지 못하게 하여야 한다.

2. 주물생산공정과 방법

주물생산공정은 크게 주형만들기, 쇠물준비, 쇠물주입, 모래털기 및 청소로 나눈다.

1) 주형만들기

(1) 주형만들기에 대한 기본개념

주물품의 질을 높이려면 주형을 잘 만들어야 한다.

주형을 만드는데 쓰이는 재료를 **조형재료**라고 한다.

조형재료에는 여러가지가 있는데 흔히 쓰는것은 모래에 찰흙을 섞은 혼합물이다.

주형은 모래와 찰흙을 9:1로 골고루 섞은 혼합물에 물을 약 4%정도 친 다음 네모난 틀에 다져넣어 만든다.

이렇게 만든 주형을 **모래주형**이라고 한다.

그러면 모래주형을 어떻게 만드는가를 그림 3-1과 같은 형태를 가진 주물품을 만드는 방법을 통하여 간단히 보기로 하자.

먼저 주물품과 꼭같이 생긴 모형을 나무로 깎아 만든다.

모형은 나무로 깎아 만들수도 있고 금속으로 만들수도 있는데 나무로 만든 모형을 **목형**, 금속으로 만든 모형을 **금속모형**이라고 한다.

모형은 일반적으로 두쪽으로 만들어 뗐다붙였다할수 있게 만든다.

모형이 준비되면 조형혼합물을 만든다. 조형혼합물은 모래와 찰흙을 채로 쳐서 선별한 다음 골고루 섞어 만든다.

모형과 조형혼합물이 준비되면 다음과 같은 순서로 주형을 만든다.

① 반듯한 평판우에 주형틀을 올려놓고 그속에 모형의 반쪽을 엎어놓은 다음 조형혼합물을 다져넣는다.

② 주형틀을 뒤집어놓고 그우에 크기가 같은 빈 주형틀을 올려놓은 다음 다른 반쪽 모형을 아래것과 일치시킨다. 그리고 우와 같은 방법으로 조형혼합물을 다져넣는다.

③ 웃틀을 들고 모형을 뽑아낸 다음 아래틀과 웃틀을 본래 상태대로 맞추어 조립한다.

그림 3-1. 주형을 만드는 공정

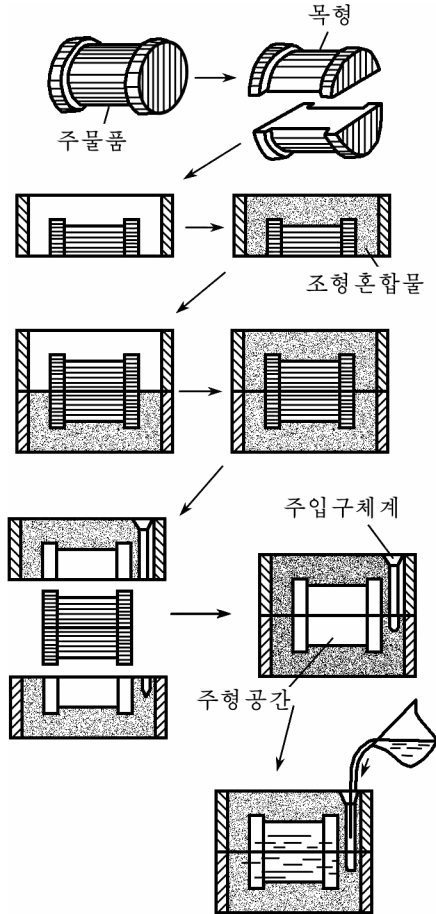
주형을 만들 때 쇠물을 부어주기 위한 주입구체계를 함께 만들어준다. 이렇게 만들어진 주형에 쇠물을 부으면 주물을 얻을수 있다.

만일 그림 3-2의 ㄱ)와 같이 내부에 공간이 있는 주물품을 만들려면 조형혼합물로 둥근 통을 따로 만들어 주형틀에 끼워주어야 한다. 이것을 **심형**이라고 하는데 쇠물을 부어넣으면 심형에는 쇠물이 들어가지 못하므로(그림의 ㄴ) 내부에 공간이 있는 주물이 얻어진다.

그림 3-2. 심형의 설치

(2) 조형공구와 주형틀

주형을 만드는데서 중요한것은 다짐작업을 잘 하는것이다. 그래야 오작이 없이 깨끗하고 정확한 주물품을 얻을수 있다.

다지기를 잘하려면 조형공구를 잘 리용할줄 알아야 한다.

그림 3-3에 다짐작업에 쓰는 몇가지 조형공구를 주었다.

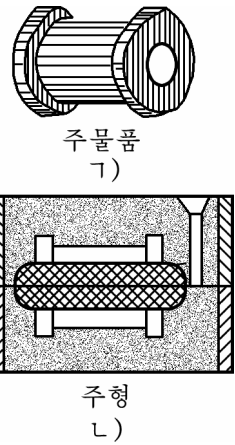
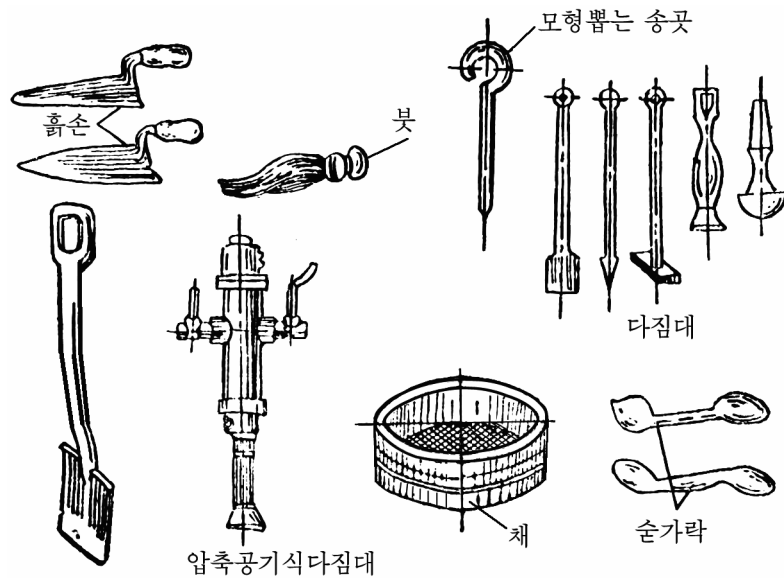



그림 3-3. 여러가지 조형공구

여기서 뾰족한 다짐대는 모형주위와 주형틀 벽부근을 다지는데 쓰고 평평한 다짐대는 넓은 면을 다질 때 쓴다.

압축공기식다짐대를 쓰면 손으로 다질 때보다 능률적이며 작업도

헐하다.

다질 때 모서리와 벽근처에는 중간부분보다 세게 다져주어 조형혼합물이 떨어지지 않게 해준다.

주형과 심형에서 가스가 잘 빠지도록 하기 위하여 다진 다음에는 일정한 간격으로 구멍을 뚫러준다.

주형과 심형을 깨끗하게 완성할 때에는 흙손, 숟가락, 붓을 리용한다.

주형틀은 주형을 만들 때 그것이 흩어지지 않게 유지해주는 틀이다.

주형틀은 나무나 금속으로 만든다.

나무틀은 금속틀보다 만들기 쉽고 가볍기때문에 작업하기 쉬우며 값도 눅다. 그러나 금속틀보다 든든하지 못하므로 인차 파괴된다.

그러므로 제품을 많이 만들 때에는 금속틀을 쓰고 나무틀은 주로 적은 제품을 만들 때 쓴다.

주형틀은 웃틀과 아래틀로 되여있는데 틀을 정확히 맞추기 위해 핀구멍을 아래웃틀에 뚫러준다.(그림 3-4)

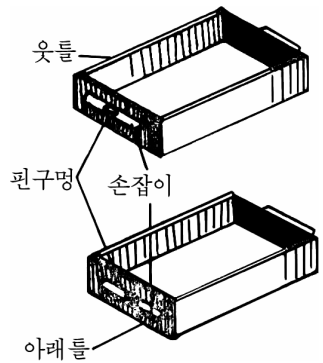



그림 3-4. 주형틀

(3) 주입구체계와 누름쇠물, 오름쇠물

쇠물을 주형공간에 부어넣기 위한 통로 즉 쇠물이 주형공간으로 흘러들어가도록 안내해주는 길전체를 **주입구체계**라고 한다.

주형을 아무리 잘 만들었어도 주입구체계를 잘 만들지 못하면 주물의 질이 낮아진다.

주입구체계를 잘못 만들면 쇠물이 주형공간에 들어갈 때 벽에 몹시 부딪쳐 주형이 파괴되거나 통로가 메는 등의 지장을 받아 주물이 오작으로 될수 있다.

주물의 형태와 크기뿐아니라 주물재료가 강철인가 주철인가 아니면 유색금속인가에 따라 주입구체계의 형태도 달라진다.

주입구체계는 대체로 쇠물접시, 쇠물대, 쇠물길, 쇠물문으로 이루어졌다.(그림 3-5의 ㄱ)

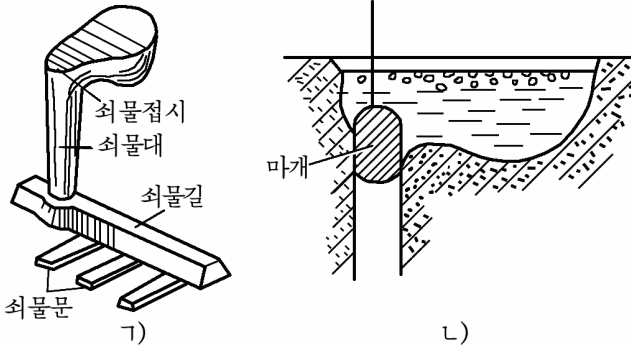



그림 3-5. 주입구체계

쇠물접시는 쇠물을 주형에 부어넣을 때 주형이 패우지 않게 하면서 쇠물을 담아주는 역할을 한다.

크고 중요한 주물은 그림의 ㄴ)와 같이 마개로 구멍을 막았다가 쇠물이 다 찬 다음 열어주어 쇠물속에 들어있는 슬라크가 들어가지 못하게 한다.

쇠물대는 쇠물접시와 련결되여있는 주입구체계의 수직통로이다.

쇠물을 부어넣을 때 언제나 쇠물이 가득 차서 들어가도록 웃부분보다 아래부분을 좁게 만든다.

쇠물길은 주입구체계의 수평통로이다. 여기서 슬라크와 기타 불순물을 잡아주어 주물이 오작나지 않게 해준다.

쇠물길은 슬라크가 쇠물에서 완전히 떠오를수 있게 길이를 충분하게 해주며 그의 자름면은 3각형 또는 제형으로 만든다.

3각형자름면은 쇠물이 빨리 식기때문에 대체로 제형자름면을 많이 쓴다.

쇠물접시, 쇠물대, 쇠물길을 지난 쇠물은 마지막에 쇠물문을 통과하여 주형공간으로 들어간다.

쇠물문의 위치와 수는 주물의 형태와 크기에 따라 정한다.

쇠물이 주입구체계의 모든 부분에 다 차게 하려면 다음과 같은 조건을 보장해주어야 한다.

$$F_{대} > F_{길} > F_{문}$$

여기서 $F_{대}$- 쇠물대의 자름면면적

$F_{길}$- 쇠물길의 자름면면적

$F_{문}$- 쇠물문의 자름면면적

쇠물문은 주형의 아래틀에 배치한다. 쇠물이 식으면서 생긴 수축관이 주물에 남으면 그 주물은 오작으로 된다.

그림 3-6과 같이 수축관이 주물우에 생기도록 수축관이 생길 주물웃부분에 쇠물을 더 부어주면 오작을 없앨수 있다.

이때 보충적으로 더 부어주는 쇠물을 **누름쇠물**이라고 한다.

누름쇠물은 수축관이 주물에 생기지 않도록 해줄뿐아니라 주물에서 가스가 잘 빠져나올수 있게 해주며 불순물이 떠오를수 있게 하는데서도 중요한 역할을 한다. 누름쇠물은 항상 주물의 가장 두꺼운 부분의 웃면에 설치하며 특별히 두꺼운 부분이 없을 때에는 일정한 간격을 두고 균일하게 배치한다.

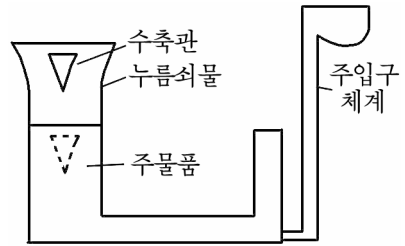



그림 3-6. 누름쇠물

수축이 심한 강철주물에서는 반드시 누름쇠물을 설치하고 주철주물에서는 큰 주물을 만들 때에만 설치한다.

쇠물이 주형공간에 골고루 다 찾는가를 알아볼수 있게 주물의 가장 높은 곳에 오름쇠물을 설치한다.

오름쇠물은 주형안의 가스가 잘 빠지게 하여 주형이 파괴되지 않게 해주며 동시에 누름쇠물의 역할도 수행한다.

(4) 조형방법

앞에서 본 주형만들기작업을 조형작업이라고 하며 조형작업방법을 조형방법이라고 한다.

조형방법은 크게 손조형법과 기계조형법으로 나눈다.

- 손조형법

손조형법은 조형공구를 가지고 손으로 직접 조형하는 방법이다.

손조형법은 다시 틀조형법, 마당조형법, 형판조형법으로 나눈다.

틀조형법은 그림 3-1과 같이 모형과 틀을 가지고 주형을 만드는 방법인데 다른 조형법에 비하여 주형을 정확히 만들수 있고 주형을 만드는데 시간이 적게 든다.

그러므로 손조형법에서는 대체로 틀조형법을 많이 쓴다.

그림 3-1과 같이 아래우 2개의 틀을 가지고 조형하는 경우를 **쌍틀조형**이라고 한다.

주물이 크거나 형태가 복잡한 경우에는 틀을 여러개로 더 나누어준다. 이런 틀을 리용하여 조형하는 방법을 **여러틀조형법**이라고 한다.

조형장을 최대한으로 리용하고 적은 주형틀을 가지고 주물을 많이 생산하기 위해서 그림 3-7과 같이 주형을 여러개 겹쳐놓는 방법을 적용한다. 이런 방법을 **다층조형법**이라고 한다.

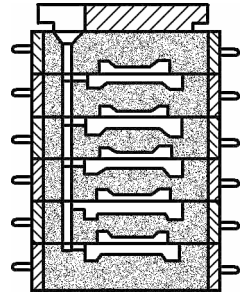



그림 3-7. 다층조형법

다층조형법은 작은 주물을 많이 만들 때 쓴다.

이 조형법에서 주형을 만드는 방법은 앞에서 본 방법과 같다.

손조형법에는 이밖에도 조형장의 바닥에 직접 형을 다져서 주형을 만드는 마당조형법과 형판을 리용하여 주형을 만드는 형판조형법이 있다.

마당조형법에서는 주형틀이 없이 목형만을 가지고 만드는데 틀조형법과 비슷하다.

형판조형법은 목형이 따로 없이 형판을 돌려 혼합물다짐층을 깎아내는 방법으로 주형겉면을 완성한다.(그림 3-8)

형판조형법은 다른 조형법보다 형판을 만들기가 훨씬 간단하고 목재도 적게 들지만 주형을 만드는데 높은 기능이 요구되며 시간이 많이 드는 결함이 있다.

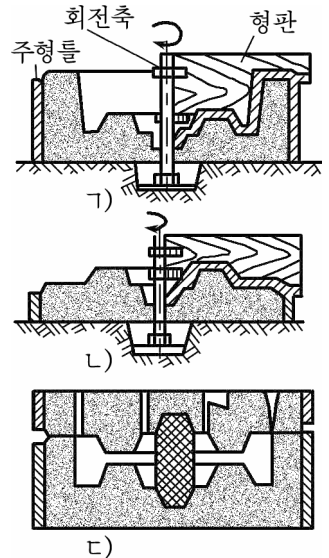
- 기계조형법

주물생산에서 가장 품이 많이 들고 힘든 작업은 조형작업이다.

조형작업을 기계화하면 일을 헐하게 하면서도 생산능률을 높일수 있다.

기계로 주형을 만드는 방법을 **기계조형법**이라고 하며 주형을 만드는 기계를 **조형기**라고 한다.

그림 3-8. 형판조형법
ㄱ) 아래형조형,
ㄴ) 웃형조형,
ㄷ) 주형의 조립

혼합물을 다지고 모형을 뽑는 작업을 기계화하면 일은 더 헐해지면서도 비교적 균일하게 다져지고 모형도 정확히 뽑혀나온다. 따

라서 주물도 정확해지며 깨끗하게 나온다.

조형기는 혼합물을 다지는 방식에 따라 압축식과 떨기식으로 나눈다.

압축식은 그림 3-9와 같이 압착판으로 혼합물을 다지는 방법이다.

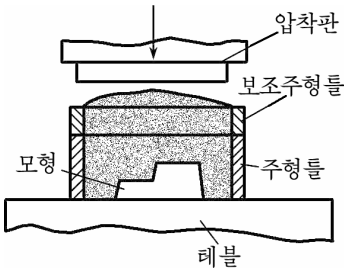



그림 3-9. 압축식조형기

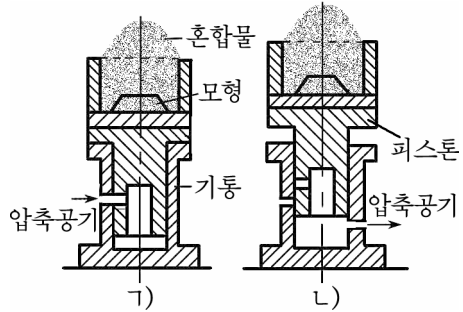



그림 3-10. 떨기식조형기

조형은 테블우에 주형틀과 모형을 올려놓고 우에서 압착판으로 다지는 방법으로 하는데 혼합물이 흩어지지 않게 하며 다지는데 필요한 량만큼 혼합물을 담기 위해서 보조주형틀을 더 설치해준다.

이 방법은 웃부분은 세게 다져지지만 아래부분은 잘 다져지지 않는 결함이 있다.

떨기식은 테블을 떨게 하여 혼합물을 다지는 방법이다.

그림 3-10과 같이 주형틀이 놓인 테블을 피스톤우에 올려놓고 그것을 기통에서 아래우로 움직일수 있게 설치하자.

압축공기를 기통에 불어넣어주면 피스톤이 우로 올라간다.

피스톤이 그림의 ㄴ)와 같은 위치에 놓이면 압축공기는 배기구멍으로 빠져나간다.

이때 우로 올라갔던 피스톤이 아래로 내려오면서 기통턱에 부딪친다. 그러면 그우에 놓인 주형틀이 떨면서 그안에 들어있는 혼합물도 같이 떨게 된다. 이것을 여러번 반복하면 혼합물이 잘 다져진다.

떨기식은 아래부분은 잘 다져지지만 웃부분은 잘 다져지지 않는 결함이 있다.

압축식과 떨기식을 결합하여 쓰면 이와 같은 결함들을 극복할수 있다.

(5) 주형의 건조와 조립

주형을 만든 다음에는 건조시킨다.

건조과정에 주형혼합물속에 들어있는 수분은 증발되고 주형은 더 딴딴해진다. 그러면 쇠물을 부어넣을 때 주형이 잘 파괴되지 않으며 주형내부에서 생긴 가스도 잘 빠져나간다.

그러나 건조하는 시간이 길기때문에 생산성에 영향을 줄수 있다. 그러므로 보통 복잡하고 중요한 주형과 대형주형만을 건조하여 쓴다.

건조할 때 건조시간과 건조온도를 잘 조절하여야 한다.

건조시간은 주물의 종류와 크기, 형태에 따라 다르나 보통 6~10h 이상이며 건조온도는 약 200~350℃정도이다.

건조할 때 온도를 급격히 높이면 겉면이 터질수 있으므로 처음에는 천천히 가열하다가 일정한 온도까지 올라가면 가열속도를 높이면서 필요한 온도까지 가열한다.

가열한 다음 식힐 때에는 로안에서 천천히 식혀야 한다.

건조가 끝나면 주형을 깨끗이 청소한 다음 결함이 나타나지 않았는가를 검사하고 조립한다.

조립할 때 주형이 파괴되지 않게 조심히 다루면서 웃틀과 아래틀을 잘 맞추고 갈구리로 든든히 고정하거나 주물품질량의 4~5배정도 되는 추를 올려놓는다.

2) 쇠물의 주입

질좋은 주물을 얻자면 주형을 잘 만들고 쇠물도 잘 녹여야 하지만 중요한것은 주입작업을 잘하는것이다.

특히 쇠물을 부어넣는 주입온도, 시간, 속도를 잘 조절하는것이 중요하다.

(1) 주입온도

쇠물을 부어넣을 때 그의 온도가 너무 높으면 주물에 모래가 녹아붙고 수축이 심해지며 반대로 온도가 너무 낮으면 쇠물이 주형공간에 정확히 다 채워지지 못하거나 주름살이 생긴다.

주입온도는 주물의 재료에 따라 다른데 보통 녹음점보다 50~100℃ 정도 높게 취한다.(표 3-1)

부분품이 얇고 복잡할수록 주입온도를 높게 취한다.

주입온도 표 3-1

주물재료	주입온도/℃
주철주물	1 280~1 350
강철주물	1 400~1 500
황동주물	1 100~1 140
청동주물	900~1 000
알루미니움주물	680~720

(2) 주입시간 및 속도

쇠물은 될수록 천천히 부어넣을수록 좋다.

쇠물을 주형에 천천히 부어넣으면 수축현상이 적어지고 쇠물도 적게 튀여난다. 또한 쇠물을 부어넣을 때 가스가 잘 빠져나가기때문에 주물안에 가스집이 적게 생긴다.

그러나 너무 천천히 부으면 쇠물이 주입구로 오래 들어가기때문에 빨리 식고 쇠물문이 녹을수 있으므로 얇고 복잡한 주물을 정확히 주형할수 없다.

주입속도가 너무 빠르면 쇠물이 주형벽을 세게 치기때문에 주형이 파괴될수 있으며 심한 경우에는 폭발현상까지 일어날수 있다.

그러므로 쇠물을 부을 때에는 적당한 속도로 일정하게 부어주어 쇠물이 주형공간에 고르롭게 돌도록 해주어야 한다. 또한 쇠물을 부어넣는 과정에 슬라크가 주물에 들어가지 않도록 주입구체계에 쇠물을 가득 채워주어야 한다.

3) 주물의 모래털기

부어넣은 쇠물이 식어서 굳어지면 주형에서 주물을 꺼내고 주물에 달라붙은 모래를 깨끗이 털어낸다.

주물품이 터지거나 변형되는 등 손상이 가지 않도록 하기 위해서 400~500℃ 또는 그 이하로 식힌 다음 털어낸다.

모래털기작업은 품이 많이 들고 열, 먼지, 가스 등이 많이 나오는 유해로운 작업이므로 될수록 기계화하는 방향으로 나가야 한다.

모래를 깨끗이 털어낸 다음에는 주물에 결함이 없는가를 검사하고 가공직장 또는 열처리직장으로 보낸다.

상 식

주조기술은 오랜 옛날부터 사람들이 보습, 도끼, 농쟁기들 그리고 가마, 놋그릇, 장식품과 같은 로동도구와 생활용품을 만들어 리용해오는 과정에 발전하여왔다.

우리 나라에서는 벌써 770년에 질량이 72t이나 되는 큰 종을 세계에서 처음으로 주조하였으며 1234년에는 제일먼저 금속활자를 만들어 책을 찍는데 리용하였다.

오늘날에 와서 우리 나라의 주조기술은 급속히 발전하여 1만t프레스와 20m타닝반의 육중한 기둥들, 대형선박, 내연기관차의 기관본체들을 비롯하여 인민경제적으로 큰 의의를 가지는 기계설비들의 복잡하고 큰 부분품들을 훌륭히 만들어내고있다.

현재 우리 나라에서 만드는 기계들에서 총 질량의 60%이상은 주물품으로 만든다.

3. 특수주조법

같은 주물품을 많이 만들 때에는 한개의 주형을 가지고 수백수천개씩 생산하여야 생산성도 높일수 있으며 질도 높일수 있다.

지금까지 본 모래주형에서는 한개의 주물을 만든 다음 주형을 마스고 주물을 꺼내므로 주물을 만들 때마다 매번 새로운 주형을 만들어야 한다. 그러므로 모래주물은 생산능률도 낮고 정밀도가 낮다.

이러한 모래주물이 가지고있는 약점을 극복한 새로운 특수주조방법이 나오게 되였다.

특수주조법에는 금형주조, 가압주조, 원심주조 등이 있다.

1) 금형주조

금형주조란 금속으로 만든 주형에 쇠물을 부어넣어 주물을 만드는 방법을 말한다.

금형주조에서는 주형이 금속이므로 한개의 주형을 가지고 여러개의 주물을 반복하여 만들수 있다. 따라서 모래형주조보다 생산성이 훨씬 높으며 정밀하고 질이 높은 주물품을 얻을수 있다. 또한 조형혼합물을 준비하는 공정이 필요없으며 로동조건이 아주 좋다.

그러나 금속을 깎아 주형을 만들기때문에 주형을 만들기가 힘들며 쇠물을 부으면 인차 식기때문에 벽이 얇은 주물을 얻기가 힘든 결함이 있다.

금형주조는 모래형주조보다 좋은 점이 많기때문에 현대기계제작공업에서 많이 리용하고있다.

금형주조할 때 쇠물이 인차 식는것을 막기 위해서 금형을 약 300℃정도 미리 가열해준다.

또한 금형내부에 칠감을 발라준다. 그러면 주물품이 쉽게 뽑혀 나올뿐아니라 주물품의 결면이 깨끗해진다.

금형주조는 비교적 단순한 제품을 많이 생산할 때 적용한다.

2) 가압주조

가압주조란 쇠물을 높은 압력으로 금형에 채워넣어 주물을 만드는 방법을 말한다.

금형주조와 다른 점은 쇠물을 강제적으로 금형에 채워넣는것이다.

가압주조는 주로 녹음점이 낮은 유색금속합금들을 가지고 벽이 얇고 복잡한 주물을 만드는데 많이 쓰인다.

그림 3-11에 가압주조법으로 주물품을 만드는 실례를 주었다.

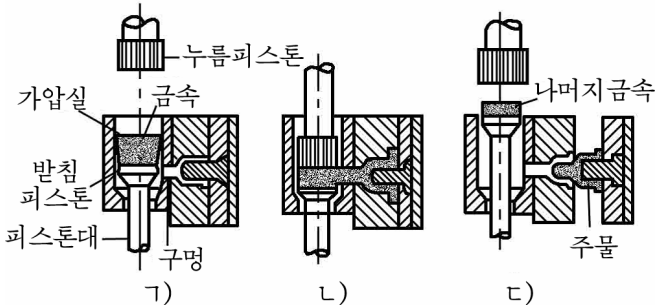



그림 3- 11. 가압주조기의 작업원리도

그림에서 보는바와 같이 쇠물은 주형에 직접 들어가는것이 아니라 가압실(압축실)을 거쳐 들어간다.

가압실의 아래에 있는 받침피스톤은 주형공간에 쇠물이 들어가는것을 조절하는 역할을 한다.

먼저 피스톤을 약간 올려 쇠물이 주형공간으로 흘러들어가지 못하게 구멍을 막은 상태에서 가압실에 쇠물을 붓는다.(그림의 ㄱ) 누름피

스톤으로 쇠물을 내려누르면 그림의 ㄴ)와 같이 쇠물에 압력이 걸리면서 주형공간으로 밀려들어간다.

쇠물이 굳어지면 피스톤을 올려밀어 나머지 금속을 떼내고 주형을 분리하여 주물을 꺼낸다.(그림의 ㄷ)

가압주조법은 벽이 얇고 모양이 복잡한 부분품을 쉽게 그리고 정밀하게 만들므로 현대기계생산에서 많이 쓰인다.

3) 원심주조

원심주조란 돌아가는 주형에 쇠물을 부어넣어 주물을 만드는 방법을 말한다.

그림 3-12와 같이 빨리 돌아가는 주형에 쇠물을 부으면 쇠물이 주형을 따라 같이 돌아간다. 이때 쇠물은 원심힘에 의하여 주형벽에 붙는다.

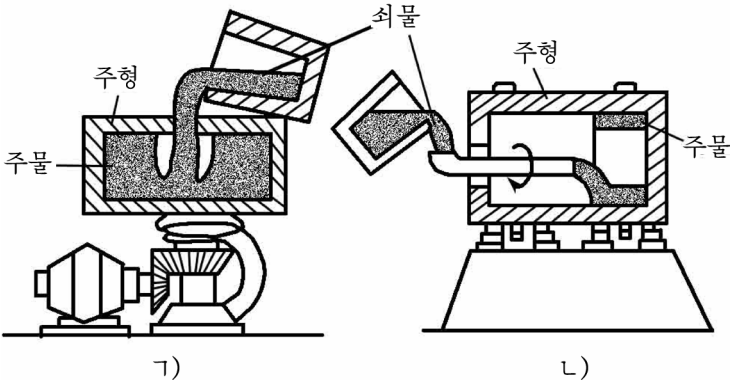



그림 3-12. 원심주조기의 략도
ㄱ) 수직원심주조기, ㄴ) 수평원심주조기

원심주조로는 심형이 따로 없이도 속이 빈 원통형주물품을 쉽게 얻을수 있다.

원심주조는 주형의 회전축이 수직으로 배치되였는가 아니면 수평으로 배치되였는가에 따라 수직원심주조와 수평원심주조로 나눈다.

수직원심주조는 높이가 낮은 원통형주물을 만들 때 적용하며 수평원심주조는 길이가 길고 두께가 고르로운 판과 같은것들을 만들 때 적용한다.

원심주조에는 주입구체계가 따로 없으므로 다른 주조법에 비하여 금속이 적게 든다. 또한 금속조직이 치밀하고 결면이 매끈하며 오작이

적은 좋은 점들이 많다.

그리고 조형혼합물을 쓰지 않기때문에 비용이 적게 들고 로력도 많이 절약되며 련속적으로 생산할수 있으므로 생산능률도 높다.

그러므로 원심주조는 현재 관제품, 각종 실린더, 토시, 메달, 치차 등 원통형주물품을 만드는데 광범히 적용되고있다.

련습문제

1. 가정생활에서 리용하는 주물품을 5가지이상 찾아보아라.
2. 주물생산공정을 략도로 그려보아라.
3. 주형은 어떻게 만드는가?

제2절. 단조에 의한 소재생산

소재생산의 기본방법들중의 하나인 단조는 기계공업부문에서 매우 중요한 자리를 차지한다.

단조에 의한 소재생산은 금속의 압착가공원리에 기초하고있다.

압착가공이란 금속을 두드리거나 누르는 방법으로 힘을 주어 여러가지 형태와 크기를 가진 가공품을 만드는 방법을 말한다.

압착가공에서는 금속에 힘을 줄 때 소성변형되는 성질을 리용한다.

금속의 소성변형이란 바로 밖에서 준 힘을 없앨 때 본래의 상태로 완전히 되돌아가지 못하고 잔류변형이 남는 현상을 말한다.

이와 같은 성질을 리용하여 압착가공에서는 각이한 형태를 가진 제품을 만들어낸다.

압착가공의 대표적인 방법은 단조와 압연이다.

1. 단조에 대한 개념

쇠를 가열하여 모루우에 놓고 망치로 두드리면 크기와 형태가 변한다. 이때 두드리는 방법에 따라 쇠를 얇게 펼수도 있고 길게 혹은 짧게 할수도 있으며 여러가지 형태로 만들수도 있다.

금속의 이와 같은 성질을 리용하여 제품을 생산하는 방법을 단조라고 한다. 즉 **단조**란 금속을 망치로 때리거나 프레스로 눌러서 그 형태를 변화시켜 얻으려는 제품을 만드는 가공방법을 말한다.

단조에 의하여 만들어진 제품을 **단조품**이라고 한다.

단조는 작업방식에 따라 자유단조와 형단조로 나눈다.

자유단조란 가열한 금속을 망치로 때리거나 프레스로 눌러서 변형시켜 부분품을 만드는 일반적인 단조방법을 말한다.

이때 금속을 때리거나 누르는 부분을 망치머리부 또는 공구라고 하는데 이것은 모두 평면 또는 단순한 형태로 되여있다.

그림 3-13에 자유단조할 때 쓰는 작업공구의 형태를 보여주었다.

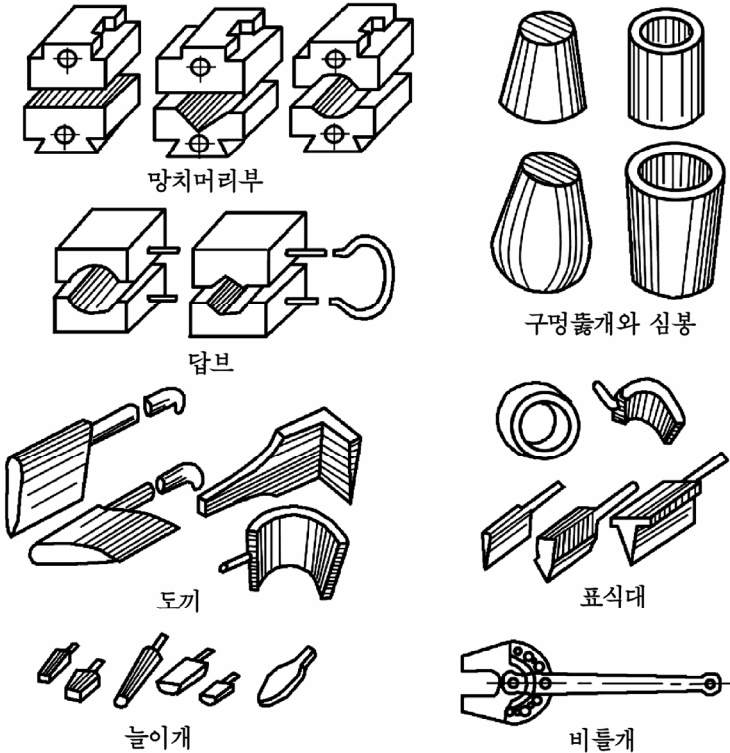



그림 3—13. 자유단조용공구

자유단조에서는 부분품이 어떻게 생겼는가에 관계없이 모두 망치머리부로 두드려 만든다.

실례로 호미나 낫, 도끼 같은것들은 자유단조하여 만든것들이다.

자유단조로 제품을 만들면 생산능률을 훨씬 높일수 있으며 자재도 많이 절약되고 제품의 질도 높일수 있다.

축과 같은 부분품을 만들 때 자유단조하여 축의 형태를 기본적으로

형성해준 다음 공작기계로 깎으면 가공시간이 훨씬 줄어든다.

또한 같은 부분품을 만든다고 할 때 쇠를 깎지 않으므로 공작기계로 깎아 만들 때보다 자재를 많이 절약할수 있다. 그리고 단조하는 과정에 금속이 더 질기고 세지므로 제품의 질도 높아진다.

그러나 자유단조에서는 제품의 형태와 치수를 정확하게 만들수 없는 결함이 있다. 그러므로 자유단조에서는 형태가 그리 복잡하지 않고 정밀하지 않아도 되는 대형제품이나 부분품의 소재를 만든다.

형단조를 하면 자유단조에서의 결함을 극복할수 있다.

형단조란 망치머리부에 만들려고 하는 제품과 크기와 형태가 같은 홈을 파주고 이것으로 단조하는 방법을 말한다. 홈이 있는 망치머리부를 **형타** 혹은 **형**이라고 한다.

형타는 보통 웃형타와 아래형타로 되여있다.

형단조는 소재를 가열하여 단조하는가 아니면 가열하지 않고 단조하는가에 따라 열간형단조와 랭간형단조로 나눈다.

형단조는 아무리 복잡한 제품도 비교적 정확히 만들수 있는 좋은 점이 있다. 형단조에서는 자유단조와는 달리 형타를 리용하기때문에 거의 완성품에 가까운 소재를 얻을수 있으며 제품의 기계적성질도 좋아진다. 또한 생산능률이 높고 쉽게 기계화할수 있다.

따라서 부분품생산에 형단조방법을 받아들이면 자재를 적게 들이면서도 질이 높은 제품을 손쉽게 다량생산할수 있다.

2. 단조에 의한 소재생산방법

기계부분품을 깎기 위한 소재생산에서는 형단조보다 자유단조가 많이 쓰이므로 여기서는 자유단조를 기본으로 보기로 한다.

단조생산공정은 일반적으로 소재준비, 소재의 가열, 단조, 완성 및 검사로 나눌수 있다.

1) 단조용소재와 그의 준비

단조품을 만들려면 먼저 소재를 준비하여야 한다.

자유단조소재로는 주로 탄소강이나 합금강으로 만든 강괴(큰 강철덩어리)를 쓴다.

강괴의 형태에는 자름면이 원형, 4각형, 다각형으로 된것이 있는데 큰 단조품을 만들 때에는 대체로 다각형자름면을 가진 강괴를 쓰며 작은 단조품을 만들 때에는 원형 및 4각형자름면을 가진 강괴를 많이 쓴다.

단조용소재에는 수축관, 실금, 터짐, 가스집, 불순물 등과 같은 결함이 있을수 있다. 이런 결함이 있는 소재를 그대로 단조하면 그 파정에 터지거나 깨지는 등 단조품의 질이 떨어질수 있다. 그러므로 단조품의 질을 높이자면 소재에 있는 결함을 수정하여야 한다. 수정은 갈아버리거나 깎아버리는 방법, 따내는 방법으로 한다.

2) 소재의 가열

굵은 쇠줄을 그대로 구부리기는 힘들지만 그것을 가열하면 그의 세기가 낮아지기때문에 쉽게 구부릴수 있다.

실례로 강철45는 세기때문에 잘 변형되지 않지만 그것을 1 200~1 300℃로 가열하면 세기가 25~35분의 1로 낮아져 잘 구부러지고 늘어나기도 잘한다. 즉 가열한 상태에서는 단조가 아주 잘된다. 이로부터 단조하기 전에 미리 금속을 가열한다.

금속을 가열하는데서 중요한것은 가열온도와 가열시간을 잘 조절하는것이다. 가열온도가 높으면 단조하기는 쉬워지나 지나치게 높으면 세기가 약해지면서 깨지기 쉽다. 즉 단조할 때 터질수 있다.

그러므로 금속은 이런 현상이 생기지 않을 정도로 가열하여 단조하는데 이 온도를 **단조시작온도**라고 한다.

단조시작온도는 강철의 종류에 따라 다른데 보통 녹음온도보다 약 150~200℃정도 낮다.

실례로 강철45의 단조시작온도는 1 260℃가 제일 좋다.

가열된 부분품을 단조하는 과정에는 부분품이 식어서 그의 온도가 점점 내려가 단조하기가 힘들어진다. 심한 경우에는 단조품이 터지거나 설비에 무리를 주어 못쓰게 만들수 있다. 그러므로 일정한 온도아래에서는 단조를 하지 말아야 한다.

이 온도를 **단조마감온도**라고 한다.

단조시작온도와 단조마감온도사이의 온도구간을 단조온도구간이라고 한다.

표 3-2에 몇가지 재료의 단조온도구간을 주었다.

단조온도구간 표 3-2

재 료	단조시작온도/℃	단조마감온도/℃
강철15, 20	1 250	700
30, 35, 40, 45	1 250	750
30Cr	1 180	800
황동	1 050	900

단조할 금속의 온도는 주로 계기로 측정하지만 금속의 색갈을 보고 판단할수도 있다. 온도가 높을수록 밝고 흰색에 가까우며 온도가 낮을수록 어둡고 붉은색에 가깝다.

가열시간을 정확히 보장하는것은 단조품의 질을 높이는데서 아주 중요하다.

금속은 가열될 때 겉면이 먼저 뜨거워지고 점차적으로 안으로 들어가므로 일정한 시간이 걸린다. 그러므로 내부까지 골고루 가열되지 않은 상태에서 단조하면 겉면은 많이 늘어나고 내부는 잘 늘어나지 않아 터질수 있다.

금속을 내부까지 고르롭게 가열하려면 가열로에서 일정한 시간 유지하여야 한다. 이때 유지하는 시간은 소재의 크기, 재료, 가열온도 등에 관계된다.

실례로 소재가 크거나 로안의 온도가 낮은 경우 그리고 그것의 열전도가 나쁜 경우에는 더 오랜 시간 가열하여야 한다.

소재를 로안에 배치하는 방법에 따라서도 가열시간이 달라지는데 소재를 빽빽이 배치하면 성글게 배치하였을 때보다 열전달이 잘되지 않으므로 가열하는데 시간이 더 걸린다. 소재를 충분히 가열한다고 하여 너무 오랜 시간 가열하지 말아야 한다.

소재를 너무 오랜 시간 로안에 넣고 높은 온도로 가열하면 금속겉면이 몹시 산화되여 쇠껍질이 생기므로 랑비가 많아진다. 그리고 결정알갱이의 크기가 커지므로 단조품의 기계적성질도 떨어진다. 특히 온도가 높을수록 이와 같은 현상은 더 심해진다.

그러므로 높은 온도에서는 가열시간을 작게 잡아야 한다.

3) 단조작업

부분품의 크기와 형태는 각이하지만 단조작업에서 수행하는 기본조작은 자르기, 펴기, 늘이기, 구멍뚫기, 구부리기 등으로 나눌수 있다.

(1) 자르기

자르기란 소재를 부분적으로 잘라내는 조작을 말한다.

자르기할 때 터지지 않도록 하기 위해서 보통 800~900℃정도 가열한다.

자르기는 가열한 소재를 모루우에 올려놓고 자르는 부분에 도끼를 댄 다음 망치(자유단조망치)로 때리는 방법으로 한다.

자를 때 도끼가 모루에 닿지 않도록 10~20㎜정도 남기고 뒤집어놓은 다음 표식대로 완전히 잘라버린다.(그림 3-14의 ㄱ)

도끼가 소재의 두께에 비해 작을 때에는 그림 3-14의 ㄴ)와 같이 자른다.

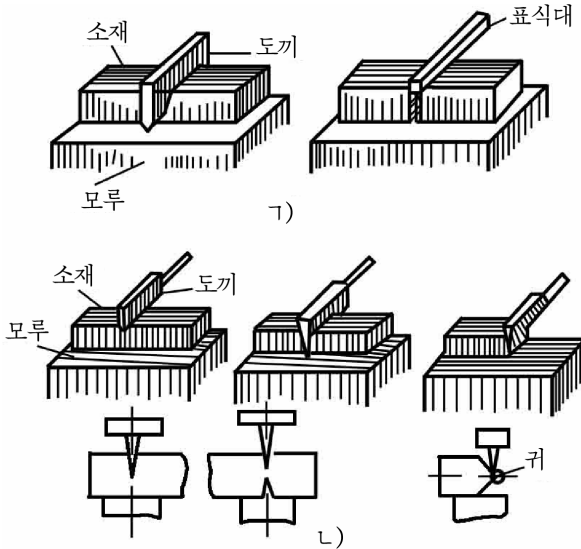



그림 3-14. 자르기
ㄱ) 두꺼운 경우 ㄴ) 얇은 경우

(2) 펴 기

펴기란 소재의 높이를 감소시켜 자름면면적을 크게 하는 조작을 말한다.

원판이나 후판지를 만들 소재를 단조할 때에는 그림 3-15와 같이 원형소재를 잘라낸 다음 그것을 모루우에 세워놓고 망치머리부로 눌러서 펴게 된다.

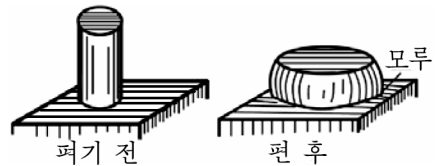



그림 3-15. 원판을 단조하는 방법

펴기를 할 때 소재의 높이가 직경의 2.5~3배이상 크면 구부러진다. 또한 소재를 모루우에 수직으로 세워놓지 않으면 단조품이 찌그러질수 있다.

펴기에는 완전펴기와 부분펴기가 있는데 소재의 전체 높이를 변형시키는것을 **완전펴기**라고 하며 소재의 일부분만을 변형시키는것을 **부분펴기**라고 한다.

(3) 늘이기

늘이기란 소재를 눕혀놓고 소재의 축에 수직인 방향으로 눌러주어 자름면면적을 감소시키면서 길이를 증가시키는 조작을 말한다.

늘이기는 각종 축, 당김대, 련결대 등과 같이 길이가 긴 부분품을 만드는데 적용된다.

늘이기할 때 망치머리부로 두드리면 금속이 길이방향으로 길게 늘어나면서 너비방향으로도 넓어진다.(그림 3-16)

그러므로 늘이기할 때에는 길이방향으로는 잘 늘어나게 하고 너비방향으로는 늘어나지 못하도록 망치머리부가 좁고 긴것을 쓴다.

그림 3-16. 늘이기

늘이기할 때 쇠를 두세번 두드린 다음에는 소재를 90° 또는 180° 씩 돌려주어야 한다.

그림 3-17에는 늘이기방법으로 계단축을 단조하는 실례를 주었다.

먼저 소재를 자른 다음 소재의 모서리를 죽이면서 소재의 자름면면적이 계단축의 중간부분과 같아질 때까지 늘인다.

다음 계단축의 량끝부분을 만든다. 이를 위해서 우선 한쪽끝에 필요한만큼 표시한 다음 늘인다. 같은 방법으로 다른쪽끝도 늘인다.

구멍을 넓히는 작업도 늘이기의 한 형태로 볼수 있다.

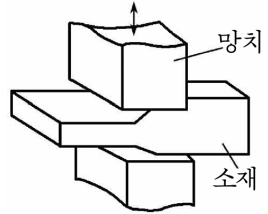
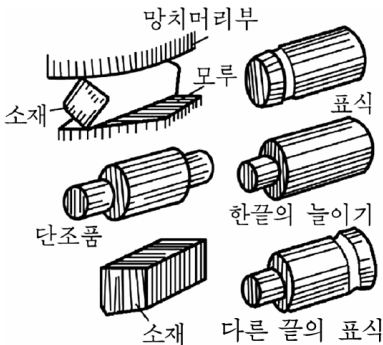



그림 3-17. 계단축을 단조하는 방법

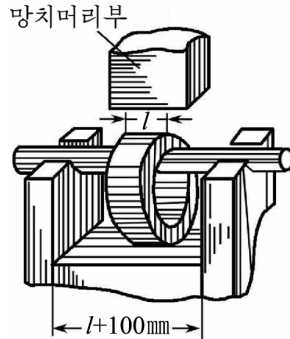



그림 3-18. 구멍넓히기

고리형소재의 구멍을 넓힐 때에는 그림 3-18에서와 같이 소재에 심봉을 끼우고 받침대에 걸어놓은 다음 소재를 조금씩 돌려주면서 망치로 두드린다. 그러면 소재의 구멍이 넓어지면서 두께가 얇아지고 길이도 늘어난다.

단조과정에 소재가 늘어나는것을 고려하여 망치머리부는 소재보다 약간 큰것을 쓰며 받침대사이의 거리도 소재의 길이보다 약 100㎜정도 크게 잡는다.

(4) 구멍뚫기

가락지, 토시, 치차와 같이 구멍이 있는 부분품을 단조할 때에는 먼저 소재를 펴고 구멍을 뚫는다.

구멍뚫기는 그림 3-19에서와 같이 구멍뚫개를 뚫는 위치에 대고 망치로 쳐서 뚫는데 구멍이 깊은 경우에는 받치개를 대고 뚫는다.

그림의 ㄴ)에서 번호는 작업순서를 표시한 수자이다.

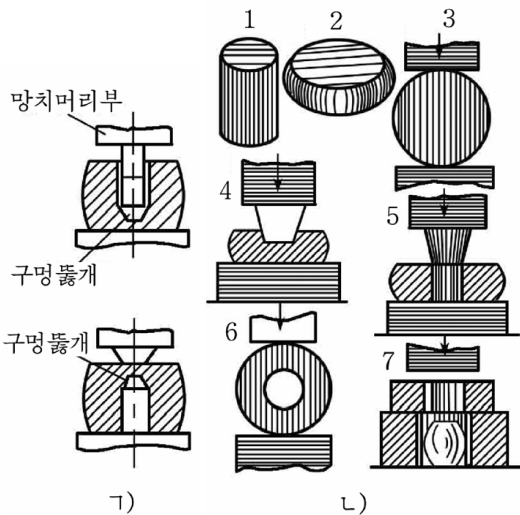



그림 3-19. 구멍뚫개
ㄱ) 구멍뚫는 방법, ㄴ) 작업순서

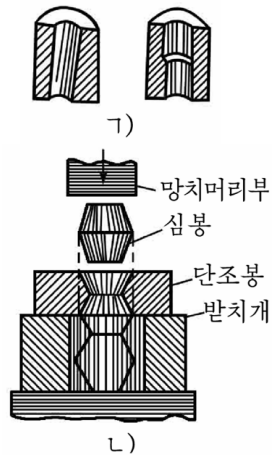



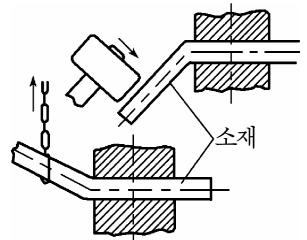
그림 3-20. 구멍의 바로잡기
ㄱ) 구멍의 형태,
ㄴ) 바로잡기

뚫는 과정에 구멍이 빗나갔거나 찌그러졌을 때에는 그림 3-20과 같이 심봉으로 바로잡아야 한다.

(5) 구부리기

구부리기는 그림 3-21과 같이 소재의 한끝을 고정하고 다른 끝을 망치로 치거나 잡아당기는 방법으로 한다.

그림 3-21. 구부리기

이밖에 단조조작에는 소재의 한 부분을 다른 부분에 대해서 비틀어주는 비틀기와 일정한 온도까지 가열한 두 금속을 맞대고 힘을 주어

눌러붙이는 단점이 있다.

단조품생산에서는 이와 같은 기본조작들을 이러저러한 순서로 결합하여 임의의 형태와 크기를 가진 제품을 만든다.

형단조에서도 기본적으로 우와 같은 조작을 써서 제품을 만드는데 자유단조와 다른 점은 망치나 프레스외에 특별한 공구 즉 형타를 직접 설치하고 형타에서 부분품을 만드는것이다.

형타에는 부분품의 형태와 같은 홈이 있는데 여기에 소재를 놓고 망치나 프레스로 두드려 홈안에 금속을 채워넣는다.

홈은 웃형타와 아래형타에 절반씩 배치되여있다.

형단조할 때에는 금속이 홈안에 완전히 차도록 하기 위해 웃형타와 아래형타가 닿을 때까지 때린다.

형단조용소재로는 압연강재를 많이 쓰는데 자유단조망치에서 형단조품에 가깝게 만들어 형단조망치에 보낼수도 있고 직접 형단조망치의 형타에서 제품을 만들수도 있다.

4) 완성작업

형단조작업을 한 다음에는 완성작업을 하게 된다.

완성작업에서는 우선 단조품의 겉면에 붙은 거스러미를 떼여내고 매끈하게 만든다.

다음 단조과정에 찌그러졌거나 구부러진 부분을 바로잡는 교정작업을 한다. 교정이 끝나면 강종에 따라 열처리를 진행한다.

열처리과정에 제품겉면은 산화되여 쇠껍질이 생기므로 열처리를 한 다음에는 산으로 쇠껍질을 벗기고 물로 깨끗이 씻는다.

마지막으로 검사를 진행한 다음 완성품을 창고 또는 가공직장으로 보낸다.

련습문제

1. 가정용품과 로동도구들가운데서 단조품을 10개이상 찾아보아라.
2. 주물과 단조는 어떤 차이가 있는가?
3. 단조생산공정을 략도로 그려보아라.
4. 단조품의 기계적성질이 주물품보다 좋은것은 무엇때문인가?
5. 호미나 낫을 벼릴 때 실금이 가면서 터지는 현상은 왜 생기는가?
6. 자유단조와 형단조는 어떤 차이가 있는가?

제3절. 압연에 의한 소재생산

1. 압연에 대한 개념

압연이란 서로 회전하는 두 로라사이로 금속을 밀어넣어 그의 치수와 형태를 변화시키는 가공방법을 말한다.

그림 3-22의 ㄱ)에서와 같이 소재를 그의 두께보다 작은 로라사이의 짬으로 밀어넣으면 두께가 얇아지면서 길어진다.

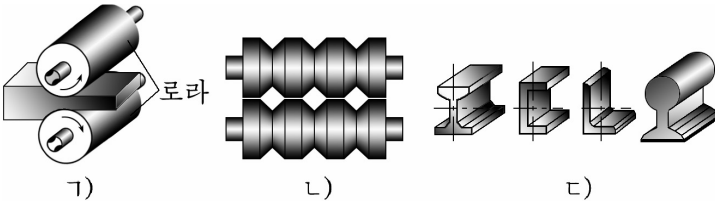



그림 3-22. 압연

그림의 ㄴ)와 같이 로라에 홈을 파주고 그사이로 금속을 통과시키면 눌리우면서 홈과 같은 형태로 압연되여나온다. 이때 홈의 형태에 따라 압연되여나오는 부분품의 형태도 그림의 ㄷ)와 같이 여러가지로 얻을수 있다.

압연할 때에는 금속이 압착되면서 길이가 많이 늘어나고 너비는 작게 변한다. 그러므로 압연은 흔히 길이가 긴 제품을 만드는데 리용된다.

압연은 압연방법에 따라 세로압연, 가로압연, 경사압연으로 나눈다.(그림 3-23)

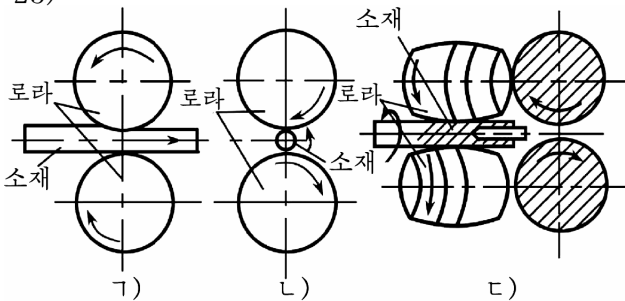



그림 3-23. 압연방법
ㄱ) 세로압연, ㄴ) 가로압연, ㄷ) 경사압연

세로압연은 서로 반대방향으로 회전하는 두 로라사이에서 금속을 변형시키는 압연방법이다.

세로압연에서는 로라의 회전축선과 소재의 축선이 서로 수직으로 배치된다. 그러므로 세로압연할 때 소재는 서로 반대방향으로 회전하는 로라사이에서 누름을 받으면서 전진운동만 한다.(그림 3-23의 ㄱ)

세로압연은 인민경제 여러 분야에서 가장 널리 쓰이는 방법이다.

세로압연으로는 분괴, 강편, 형강, 판 등을 생산한다.

가로압연은 서로 같은 방향으로 회전하는 두 로라사이에 끼운 소재가 자기 축주위로 회전하면서 변형되는 압연방법이다.(그림 3-23의 ㄴ) 그림에서 보는바와 같이 가로압연에서는 로라와 소재의 회전축이 서로 평행으로 배치되여있는데 소재는 세로압연에서와는 달리 두 로라사이에서 회전운동만 한다.

가로압연으로는 치차나 주기적으로 자름면이 변하는 부분품들을 만든다.

세로압연과 가로압연에서는 회전로라의 축선이 서로 평행으로 배치되여있다.

그러나 경사압연에서는 회전로라자체가 서로 어긋나게 배치되여있고 그사이에 소재가 끼워들어간다.(그림 3-23의 ㄷ)

회전로라는 서로 같은 방향으로 회전하는데 소재는 로라의 회전운동에 의하여 자기 축주위로 회전하면서 앞으로 전진운동을 한다.

소재의 전진속도는 소재축에 대한 로라의 경사각에 따라 달라지는데 경사각이 클수록 빠르다. 즉 로라의 경사각이 크면 소재는 천천히 회전하면서 빠른 속도로 압연되여 나온다.

현재 경사압연은 관, 토시, 볼 등을 만드는데 많이 적용되고있다.

압연은 또한 소재의 가열정도에 따라 열간압연과 랭간압연으로 나눈다.

열간압연이란 소재를 높은 온도로 가열하여 압연하는 방법을 말하며 **랭간압연**이란 소재를 가열하지 않고 압연하는 방법을 말한다.

일반적으로 금속을 높은 온도로 가열하면 적은 힘으로도 쉽게 변형시킬수 있을뿐아니라 금속이 로라에 주는 압력도 작고 빚음성도 좋아진다. 그러므로 열간압연을 하면 우리에게 필요되는 형태와 치수를 가진 압연품을 작은 힘을 들이면서도 쉽게 만들수 있다.

랭간압연할 때에는 열간압연할 때보다 금속이 로라에 주는 압력이 크며 소재의 변형도 힘들게 진행된다. 그러나 랭간압연하면 기계적성질

이 좋아질뿐아니라 겉면도 매끈해진다.

압연은 여러가지 형태의 제품들을 쉽게 만들어낼뿐아니라 그 질과 생산능률도 높고 작업을 기계화, 자동화할수 있으므로 기계공업부문에서 소재생산의 기본방법의 하나로 쓰이고있다.

2. 압연품의 종류

1) 반제품

압연에서는 강괴로부터 직접 완성품을 만드는것이 아니라 먼저 반제품을 생산하고 그것을 다시 압연하여 완성제품을 생산하게 된다.

반제품은 크기에 따라 분괴, 평괴, 강편으로 나눈다.

분괴는 강괴를 압연하여 한 변의 길이가 130~150㎜이상 되게 만든 바른4각형자름면을 가진 반제품이다.

분괴는 형강을 만드는 압연소재로 쓰든가 아니면 자름면이 그보다 더 작은 강편으로 압연하는데 쓰인다.

평괴는 강괴를 압연하여 만든 직4각형자름면을 가진 반제품을 말하는데 판을 압연하기 위한 소재로 쓰인다.

강편은 분괴를 압연하여 한 변의 길이가 40~100㎜ 되게 만든 바른4각형자름면을 가진 반제품을 말한다.

강편은 형강을 만들기 위한 소재로 쓰인다.

2) 압연제품의 종류

압연제품은 크게 생산공정과 제품의 형태와 생산특성에 따라 다음과 같이 나눈다.

① 생산공정에 따라 압연강재와 2차금속가공제품으로 나눈다.

압연강재는 강괴와 분괴 및 강편으로부터 얻어지는 압연제품을 말하며 2차금속가공제품은 압연강재를 출발소재로 하여 만든 제품을 말한다.

② 압연제품은 또한 제품의 형태와 생산특성에 따라 형강, 판, 관, 특수압연제품으로 나눈다.

형강은 일정한 형태의 자름면을 가진 압연제품으로서 여기에는 원형강, 바른4각형강, 평강, ㄴ형강, ㄷ형강, I형강 등이 속한다.

형강은 또한 그의 치수에 따라 대형, 중형, 소형형강으로 나눈다.

그림 3-24에 대표적인 몇가지 형강의 자름면형태를 보여주었다.

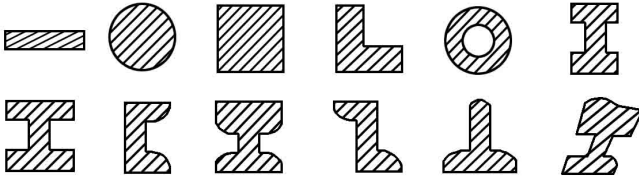



그림 3-24. 형강의 자름면형태

판은 인민경제 여러 분야에서 많이 쓰이는 소재의 하나이다.

판은 그의 두께에 따라 두꺼운 판과 얇은 판으로 나눈다.

두꺼운 판은 두께가 4㎜이상인 판을 말하며 얇은 판은 두께가 4㎜보다 작은 판을 말한다.

두꺼운 판가운데서 두께가 4~12㎜인 판을 중판이라고 하며 얇은 판가운데서 두께가 0.2㎜이하인 판을 박판이라고 한다.

특수압연으로는 나사, 치차, 볼, 드릴, 차바퀴 등과 같은 제품들을 만든다.

3. 압연생산공정

1) 압연생산공정에 대한 일반적개념

압연생산공정은 압연제품의 생산특성과 형태에 따라 정도의 차이는 있으나 일반적으로 소재준비, 소재의 가열, 압연 및 자르기, 랭각, 검사 및 수정으로 이루어진다.

(1) 소재준비

압연제품의 출발소재로는 강괴를 쓴다. 출발소재인 강괴는 겉면에 터짐, 쇠껍질, 가스집, 슬라크 등과 같은 결함들이 있는데 이것을 그대로 두고 압연하면 압연품에 결함이 그대로 나타난다. 특히 터짐은 압연과정에 점점 더 커져 나중에는 오작품으로 된다.

그러므로 압연품의 질을 높이기 위해서는 압연하기 전에 나타난 결함을 미리 없애버려야 한다.

결함은 따내거나 깎아버리는 방법, 갈아버리는 방법, 가스불길로 불어버리거나 잘라버리는 방법으로 없앤다. 그리고 겉면에 있는 쇠껍질을 염산, 류산, 질산 등으로 씻어내는 방법으로 없앤다.

(2) 소재의 가열

소재준비가 끝나면 가열로에서 소재를 가열한다.

가열을 잘하여야 생산능률과 제품의 질을 높일수 있다.

가열하는 온도는 강재의 종(소재의 재료)마다 서로 다른데 대체로 1 000~1 350℃정도이다.

가열은 가열시간을 줄이고 질을 높이기 위해서 세 단계로 나누어 진행한다.

제1단계에서는 천천히 가열하면서 터짐이 생기지 않도록 한다. 이때의 온도는 대체로 700~800℃이하이다.

제2단계에서는 가열시간을 줄이기 위해서 최대속도로 가열한다. 그래야 소재의 겉면에 생기는 쇠껍질도 적어진다. 이때 소재의 온도는 700~800℃에서 자기 가열온도까지 올라간다.

제3단계에서는 소재의 겉면과 중심부의 온도가 같아질 때까지 일정한 시간 유지한다.

(3) 압연 및 자르기

소재가열이 끝나면 압연기에서 압연한다.

압연기를 통과하여 나온 제품은 길이가 길기때문에 필요한 길이만큼 자른다. 이것을 랭각기로 보내여 거기서 천천히 식힌 다음 검사를 한다.

검사에서 결함이 제기되면 수정작업을 하고 다음 공정으로 넘긴다.

2) 압연생산설비

압연생산설비는 크게 기본설비인 압연기와 보조설비로 되여있다.

기본설비인 압연기는 소재를 직접 변형시키는 역할을 한다.

압연기는 압연로라가 설치된 작업롤기와 그것을 돌려주는 전동기와 감속기로 되여있다.

작업롤기는 감속기와 련결되여있는데 전동기의 동력이 감속기를 거쳐 작업롤기에 전달되면 압연로라가 돌면서 소재를 압연한다.

압연기는 압연하여 얻어지는 제품의 종류에 따라 반제품압연기, 형강압연기, 판압연기, 특수압연기 등으로 나눈다. 여기서 반제품압연기는 다시 분괴를 생산하는 분괴압연기, 평괴를 생산하는 평괴압연기, 강편을 생산하는 강편압연기로 나눈다.

보조설비는 압연기를 내놓은 나머지 설비 즉 압연작업을 보장하는 설비를 말한다. 여기에는 가열로, 운반설비, 절단기, 교정기 등이 속한다.

가열로는 소재를 압연에 필요한 온도까지 가열하기 위한 설비이며 운반설비는 압연기의 앞뒤에서 소재를 나르는 설비이다.

운반설비에는 로라운반기와 가로운반장치, 승강장치 등이 있다.

로라운반기는 강재를 길이방향으로 련속 나르는 기본운반설비이다.

운반기의 로라를 돌리면서 그우에 강재를 태우면 로라와 강재사이의 마찰에 의하여 강재는 로라의 회전방향에 따라 앞뒤로 움직인다.

대형 및 중형압연기에는 필요에 따라 강재를 가로방향(즉 옆으로)으로 움직여주는 운반설비인 가로운반장치, 압연기의 앞뒤에 배치되여 있으면서 강재를 아래우로 들어주거나 내리워주는 승강장치, 압연되여 나오는 제품의 길이를 적당히 자르는 절단기와 압연과정에 구부러진것을 곧바로 펴주는 교정기가 있다.

그림 3-25에 간단한 압연설비의 배치략도를 보여주었다.

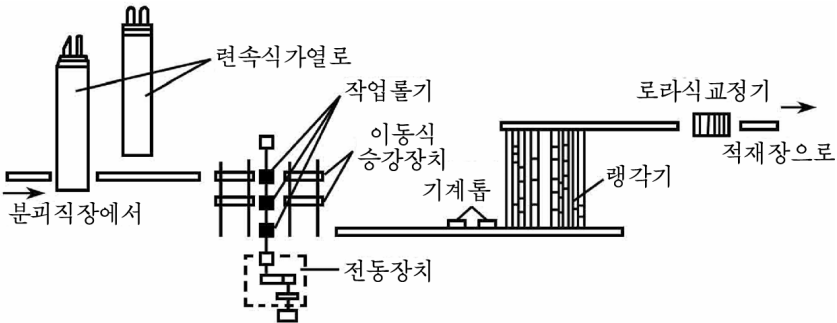



그림 3-25. 압연설비의 배치략도

이 설비는 강괴 또는 분괴를 원소재로 하여 여러가지 규격과 형태를 가진 형강소재를 생산하는 형강압연설비이다.

그림에서 보는바와 같이 압연기의 앞쪽에는 련속식가열로와 운반설비가 있으며 뒤쪽에는 운반설비와 기계톱, 랭각기, 로라식교정기가 순서대로 배치되여있다.

그리고 압연기의 앞뒤에는 압연작업을 보장하기 위한 두개의 이동식승강장치가 붙어있다.

분괴직장에서 소재를 보내오면 그것을 가열로에 집어넣고 가열한다.

소재가 가열되면 그것을 꺼내여 운반장치로 압연기가 있는 곳까지 날라간다.

압연기에는 3개의 작업롤기가 나란히 배치되여있는데 소재는 바로 이것들을 순차적으로 통과하면서 압연되여나온다.

작업롤기와 전동기사이에는 감속기를 비롯한 전동장치들이 배치되여있으면서 전동기의 회전수와 동력을 변화시켜 압연로라에 전달한다.

압연기를 통과하여 나온 제품은 기계톱으로 일정한 길이만큼 자르고 랭각대에 보내여 식힌 다음 교정기에서 구부러진것을 바로잡는다. 바로잡은 제품은 적재장으로 보내여 쌓아둔다.

련습문제

1. 우리 주위에서 압연품을 5개이상 찾아보아라.
2. 단조와 압연은 어떻게 다른가?
3. 압연생산공정을 말해보아라.

참고자료

압 연 도 식

기술적특성에 대한 상세한 설명이 없이 압연의 순차성을 표시한 조작명. 례를 들어 열간압연한 퉁구리로부터 판을 랭간압연할 때의 순차적조작명은 다음과 같다.

열간압연한 퉁구리판의 겉면검사→퉁구리의 풀기→퉁구리의 끌절단→퉁구리의 용접→련속산세→세척→건조→겉면검사→결합부분절단 및 용접부제거→퉁구리의 랭간압연→퉁구리를 판으로 절단→판의 두께 및 겉면검사→판의 소둔→조절압연→마감절단→검수→자호표시, 기름칠, 포장

압연도식은 출발재료의 형태와 상태, 주어진 압연기에서의 압연특성과 설비상태 그리고 완제품에 대한 요구조건에 따라 선정한다.

제4절. 제관 및 용접에 의한 제품생산

1. 제 관

1) 제관에 대한 개념

제관이란 일반적으로 압연하여 만든 철판이나 규격강재를 구부리거나 잘라서 만든 부분품들을 조립하여 제품을 만들어내는 방법을 말한다.

제관하여 만든 제품이나 부분품들을 **제관품**이라고 한다.

제관품을 만들 때에는 철판이나 규격강재와 같은 금속재료뿐아니라 합성수지와 같은 비금속재료도 리용되지만 여기서 가장 많이 쓰이는것은 철판이다.

현재 제관은 다른 가공방법에 비하여 여러가지 좋은 점과 특성을 가지고있기때문에 기계공업에서뿐아니라 다리건설, 차량생산을 비롯한 다른 부문에서도 널리 쓰이고있다.

① 제관으로는 다른 금속가공방법으로 만들기 힘든 형태가 복잡하고 큰 제품도 쉽게 만들수 있다.

실례로 얇은 그릇이나 자동차운전실덮개, 속이 빈 통과 같은 제품들, 철탑이나 배, 다리, 기중기와 같이 복잡하고 체적이 큰 대형구조물들도 제관방법을 적용하면 쉽게 만들수 있다.

② 제관에서는 제품을 만들 때 소재나 부분품을 다루기가 편리하다.

③ 자재를 적게 쓰면서도 가볍고 든든하게 만들수 있다.

제관품은 벽이 얇은 철판으로 만들기때문에 주조나 단조로 만든것보다 가벼우며 깎아버리는 쇠밥이 없기때문에 금속랑비가 없다.

④ 절삭가공을 하지 않아도 정밀도가 높은 제품을 쉽게 만들수 있다.

⑤ 제품을 만드는데 필요한 작업공정이나 조작을 여러가지 방법으로 수행할수 있다.

실례로 철판을 자르고 구부리는 작업은 작업조건과 장소에 따라 프레스나 절단기, 구부림기를 써서 할수도 있고 마치나 도끼, 여러가지 기구를 써서 손으로 할수도 있다.

⑥ 제품을 만드는 시간이 다른 가공방법에 비하여 짧고 생산능률이 높다.

⑦ 임의의 장소에서도 작업할수 있으며 제관품을 조립할 때 용접봉을 제외하고는 다른 보조자재가 필요없다.

제관은 이와 같은 좋은 점들이 있는 반면에 작업방법이 아직 완성되여있지 못하며 작업이 조잡한 결함이 있다. 또한 제관품을 만드는데 쓰이는 기계설비와 지구, 공구들이 적으며 다른 가공방법에 비해 손작업과 힘든 로동이 많이 남아있다.

2) 제관작업에 쓰이는 기계설비와 공구, 지구

제관작업에는 여러가지 기계설비와 공구, 지구들이 리용되는데 여기서는 가장 많이 쓰이는 몇가지 설비와 공구, 지구에 대해서만 보기로 한다.

(1) 기계설비

제관작업은 철판을 잘라서 구부리고 펴는 작업이 기본이다. 여기에 쓰이는 기계설비에는 프레스, 소재절단기, 교정기, 구부림기와 같은것들이 있다.

프레스는 철판을 구부리거나 자르며 구멍을 따내는데 쓰인다.

제관작업에 가장 많이 쓰이는 프레스는 크랑크프레스와 유압프레스이다. 그밖에 마찰프레스와 나사프레스들도 쓰인다.

소재절단기는 부분품을 만드는데 필요한 소재를 적당한 크기로 잘라내는데 쓰이는 기계이다.

소재절단기는 작용원리에 따라 직선칼날절단기와 원판칼날절단기, 기계톱 등으로 나눈다.

그림 3-26에 대표적인 직선칼날절단기의 작업원리도를 주었다.

그림에서 보는바와 같이 이 절단기는 전동기, 관성바퀴, 크라치, 작은 치차, 큰 치차, 크랑크축, 련결대, 웃칼날, 아래칼날로 되여있다.

이 기계가 소재를 자르는 원리는 가위로 종이를 자르는 원리와 비슷하다.

전동기가 돌아가면 전동기의 동력이 피대를 거쳐 관성바퀴에 전달된다.

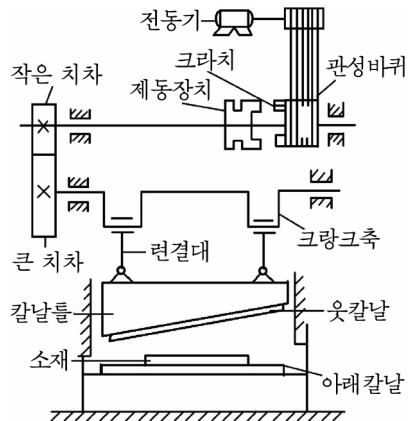



그림 3-26. 직선칼날절단기의 작업원리도

크라치가 서로 련결되지 않았을 때에는 관성바퀴의 운동이 축에 전달되지 못하게 차단되여있다. 만일 지레대를 써서 크라치를 서로 련결하면 관성바퀴는 축을 돌려주게 된다. 그러면 축과 련결된 작은 치차가 큰 치차를 돌려주어 결국 크랑크축이 따라 돌게 된다.

크랑크축이 돌면 웃칼날이 아래우로 오르내리면서 아래칼날과 웃칼날사이에 놓인 소재를 자른다. 이 절단기는 소재를 직선으로만 자를수 있다.

만일 소재를 곡선으로 자르려면 원판칼날절단기를 사용하여야 한다.

원판칼날절단기는 원판으로 된 두 칼날사이에 철판을 놓고 마음대로 움직이면서 임의의 곡선형태도 다 자를수 있게 되여있다.

형강을 자를 때에는 기계톱을 쓰는데 이 기계의 원리는 톱으로 나무를 켜는 원리와 같다.

소재절단기에는 이밖에도 가스절단기가 있다.

가스절단기는 아세틸렌이나 수소같이 불탈수 있는 가연성가스를 태울 때 나오는 높은 열에네르기를 리용하여 소재를 자르는 절단기이다.

찌그러진 철판이나 구부러진 형강을 바로잡을 때에는 교정기를 리용한다.

철판을 바로잡는 교정기를 철판교정기, 형강을 바로잡는 교정기를 형강교정기라고 하는데 작업원리는 비슷하다.

그림 3-27에 로라식철판교정기의 작업원리를 보여주었다.

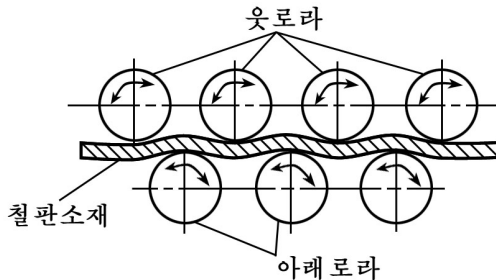



그림 3-27. 로라식철판교정기의 원리

그림에서 보는바와 같이 교정기에는 두 줄로 설치된 로라들이 있는데 이것들은 톱날형식으로 어기면서 배치되여있다.

로라들사이의 틈(웃로라와 아래로라사이의 공간)사이로 철판을 들이밀고 여러번 통과시키면 구부러졌다펴졌다 하면서 우그러들었던 철판이 곧바로 펴진다.

맨끝에 설치된 웃로라들은 아래우로 약간씩 움직일수 있게 되여있는데 이것은 철판이 우그러진 정도에 따라 바로잡기를 조절하기 위한것이다. 로라들은 전동기로부터 동력을 넘겨받게 되여있다.

형강교정기도 원리는 이와 비슷하다.

제관설비에는 또한 철판이나 형강을 일정한 각도 또는 활등으로 구부리는데 쓰이는 구부림기도 있다.

그림 3-28에는 구부림기(철판을 구부리는 기계)에서 철판이 구부러지는 원리를 보여주었다.

그림 3-28. 구부림기에서 철판을 구부리는 원리

구부림기는 크게 3가닥으로 된 로라와 그것을 돌려주기 위한 전동기, 전동장치, 지지틀 등으로 되여있는데 여기서 철판을 직접 구부려주는것은 3개의 로라이다.

로라들사이에는 일정한 틈이 있는데 거기에 철판을 끼우고 로라를 돌려주면 철판도 따라 움직인다. 이때 로라를 통과해서 나오는 철판은 그림과 같이 일정한 반경으로 구부러진다.

구부러지는 철판은 로라들사이의 거리를 조절하여 임의의 반경으로 만들수 있다.

이밖에 제관작업에 쓰이는 기계설비에는 구라인더를 비롯한 여러가지 보조설비들이 있다.

(2) 공 구

제관작업에 쓰이는 공구에는 측정공구와 금긋기공구, 자름 및 조립공구가 있다.

- 측정공구

측정공구는 소재나 제관품의 치수를 재는 공구로서 여기에는 철자, 도래자, 접이자, 원통자, 직각자, 평면기, 노기스가 있다.

철자나 도래자, 접이자는 소재의 직선길이를 재는데 쓰며 원통자는 직선 및 곡선길이를 재는데 쓴다.

직각자는 소재에 직각을 표시하거나 제관품의 수직도, 소재의 수직도를 재며 금긋기작업을 하는데도 리용한다. 이밖에 측정공구에는 평면상태를 검사하는 평면기와 정밀한 치수를 재는 노기스가 있다.

- 금긋기공구

제관에서는 소재에 금을 긋거나 그은 선에 점을 찍으며 금을 그은 선을 따라 자르는 작업을 많이 하게 되는데 이때 금긋기공구가 많이 쓰인다.

금긋기작업을 잘하여야 제관품의 질을 보장할수 있다.

금긋기공구에는 금긋기바늘, 평행선긋개, 콤파스, 직각자, 금긋기노기스, 표식정이 있다.

금긋기바늘은 자 또는 모양재개를 써서 금을 긋거나 점 또는 선을 표시하는데 쓴다.

평행선긋개는 제관소재에 수평선과 수직선, 평행선을 긋는데 쓴다.

콤파스는 금을 긋거나 선치수를 옮길 때, 선을 나눌 때, 각을 그리거나 원 또는 활등을 그릴 때, 거리를 재고 치수를 확정할 때 쓰인다.

금긋기노기스는 소재에 일정한 치수로 금을 긋거나 원을 그리는데 쓰며 표식정은 금을 그은 선우에서 알아보기 쉽게 하는데 그리고 원의 중심점을 표시하는데 쓴다.

- 자름 및 조립공구

자름공구에는 쇠가위, 쇠끌, 쇠톱, 도끼 등이 있다.

쇠가위는 철판을 자르는데 쓰며 쇠끌은 철판이나 형강을 자르거나 필요에 따라 용접련결줄의 따내기, 소재의 홈파내기 등에 쓰인다.

쇠톱과 도끼는 소재를 제관작업에 필요한 형태로 따내거나 자르는데 쓴다.

도끼는 제관작업할 때 많이 쓰는 공구들중의 하나이다.

이밖에 조립작업을 할 때에는 마치와 스파나, 지레대와 같은 조립공구들도 쓴다.

표 3-3에 제관작업에서 많이 쓰이는 기본적인 몇가지 공구들의 형태와 쓰이는 곳을 주었다.

제관작업에 쓰이는 공구 표 3-3

공구이름	형 태	쓰이는 곳
표인용뽄찌		선 또는 일정한 위치를 표시하는데 쓰인다.
표인용콤파스		원과 활등을 그리며 중심점찾기, 여러가지 선그리기에 쓰인다.
먹통		금긋기에 쓰인다.
쇠가위		철판자르기에 쓰인다.
절단도끼		철판자르기에 쓰인다.
마치		바로잡기, 구부리기, 자르기, 조립 등의 작업에 쓰인다.
스파나		나트, 볼트 등의 조립 및 분해작업에 쓰인다.
조절스파나		나트, 볼트 등의 조립 및 분해작업에 쓰인다.
틈게지		조립품의 틈검사에 쓰인다.
쇠톱		철판, 원형강을 자르는데 쓰인다.
고정지구		제품의 고정에 쓴다.

(3) 지 구

지구란 소재와 공구의 설치, 고정 및 절삭작업을 쉽게 하기 위하여 쓰는 보조장치를 말한다.

제관작업에 쓰이는 지구에는 일반적으로 교정지구, 구부림지구, 관넓힘지구 및 조립지구가 있는데 작업대상에 따라 그 형태와 크기는 다양하다.

- 교정지구

교정지구는 구부러졌거나 꼬인 소재를 바로잡는 지구이다.

교정지구에는 철판을 바로잡는 지구, 형강을 바로잡는 지구, 원통을 바로잡는 지구가 있다.(그림 3-29)

이 지구는 틀, 손잡이, 나사축, 웃판, 아래판으로 되여있다.

아래판에 변형된 소재를 올려놓고 손잡이로 나사축을 돌리면 웃판이 소재를 내려누르면서 반듯하게 편다.

구부러진 형강을 바로잡을 때에는 형강을 바로잡는 지구를 쓰며 쭈그러졌거나 타원으로 된 원통을 바로잡을 때에는 원통을 바로잡는 지구를 쓰는데 원리는 우와 비슷하다.

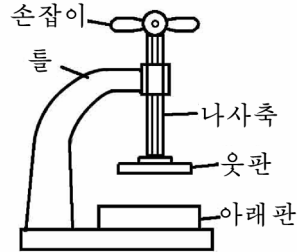



그림 3-29. 철판을 바로잡는 지구

- 구부림지구

구부림지구는 소재를 여러가지 형태로 구부리는데 쓰인다.

구부림지구는 구부리는 소재의 형태와 구부리는 형태에 따라 여러가지로 나눈다.

흔히 손작업으로 많이 쓰는 관구부림지구를 그림 3-30에 주었다.

이 지구는 반원으로 된 고정로라, 회전로라, 손잡이가 달린 쌍가다리틀 등으로 되여있다.

고정로라의 원둘레에는 원형홈이 패워져있으며 그것이 지구본체에 고정되여있다. 그리고 쌍가다리틀의 가운데부분에는 회전로라가 설치되여있다.

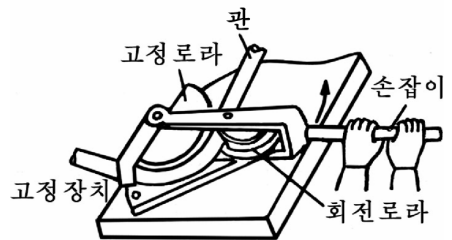



그림 3-30. 관구부림지구

관소재를 반원둘레의 원형홈과 회전로라사이에 끼우고 고정장치의 한쪽 끝에 고정시킨 다음 손잡이를 화살표방향으로 밀면 관이 고정로라

의 반원과 같은 형태로 구부러진다.

이 지구는 직경이 30㎜보다 작은 관을 구부리는데 쓰인다.

- 회전지구

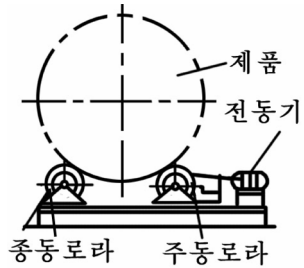
회전지구는 용접하는데 편리하게 소재를 놓고 쓸수 있게 만든 지구이다.

회전지구에는 여러가지가 있는데 그림 3-31에는 많이 쓰이는 로라식회전지구를 보여주었다.

그림에서 보는바와 같이 전동기의 동력이 감속기를 거쳐 주동로라에 전달되면 주동로라가 돌아가면서 소재를 돌려주게 되여있다.

종동로라는 원통형제품을 올려놓았을 때 받쳐주면서 같이 따라 돌아간다.

그림 3-31. 로라식회전지구

지구에는 이밖에 제관품을 조립할 때 일시적으로 잡아주거나 당겨주는 고정지구와 당김지구가 있으며 관의 끝부분을 넓혀주는 넓힘지구가 있다.

3) 제관작업공정

제관작업은 작업준비, 바로잡기, 금긋기, 자르기, 따내기, 구부리기, 늘이기, 조립작업, 제품검사 등으로 나눌수 있다.

(1) 작업준비

작업준비는 제관품을 만들기 전에 진행하는 공정으로서 도면료해와 소재준비로 이루어진다.

도면료해에서는 부분품도면에 기초하여 부분품의 형태와 치수를 비롯하여 부분품제작에 필요한 내용들을 구체적으로 알아본다.

도면을 료해한 다음에는 그것을 만드는데 필요한 설비, 공구, 지구와 소재를 준비한다.

소재는 재질, 강종, 규격에 따라 준비한다.

소재가 준비되면 도면에 기초하여 제관품을 만들기 위한 현도를 작도한다.

제관도면은 보통 부분품의 실제크기를 줄여서 그린 도면이다. 그러므로 정확한 제관품을 얻기 위해서는 도면에 표시된 치수를 보고 그의 실제크기를 알아내야 한다.

도면에 표시된 치수를 리용하여 부분품의 실제크기와 형태를 얻어낸 그림을 **현도**라고 한다.

원추 또는 구를 비롯하여 평면에 펼치기 힘든 복잡한 도형들은 전개도를 작성하여 근사적으로 그릴수 있다.

현도가 완성되면 얇은 철판이나 마분지 같은것으로 모형판을 만든다.

이것은 피복공장에서 옷을 만들 때 먼저 옷설계도안으로 견본을 만든 다음 그 견본에 기초하여 천을 재단하는것과 같은것으로 볼수 있다.

(2) 바로잡기

바로잡기는 쭈그러졌거나 구부러진 철판을 바로잡아 펴주는 공정이다.

공장에서 나오는 철판이나 규격강재들은 원래 겉면이 매끈하고 깨끗하지만 운반 또는 쓰는 과정에 변형된것들이 있을수 있다. 그래서 철판의 바로잡기를 하게 된다.

바로잡기를 잘하여야 금긋기, 자르기를 정확히 하여 제품의 정밀도를 보장할수 있다.

바로잡기는 기계에 의한 바로잡기, 지구에 의한 바로잡기, 손으로 바로잡기로 나눌수 있다.

손으로 바로잡기 힘든 소경한 소재나 철판, 형강들은 프레스 또는 교정기로 바로잡는다.

소경을 하지 않았거나 그리 크지 않은 부분품은 보통 수동프레스에서 바로잡으며 형태가 복잡한 형강이나 약간 구부러진 형강은 형강을 바로잡는 지구에서 바로잡는다. 또한 제관작업장에서 개별생산제품을 만들기 위한 철판소재들은 흔히 마치를 리용하여 손으로 바로잡는다.

철판이 구부러졌거나 꼬인것, 쭈그러진것을 손으로 바로잡을 때에는 볼록부분이 우로 올라오게 모루우에 소재를 올려놓고 마치로 두드린다.

구부러졌거나 꼬인것은 한쪽 모서리로부터 시작하여 다른쪽으로 가면서 순차적으로 펴나가며 철판의 가운데부분이 쭈그러진것은 평평한 바깥쪽에서 안쪽으로 들어가면서 골고루 두드린다. 이때 부분품의 겉면에 마치자리가 나지 않도록 주의를 돌려야 한다.

(3) 금긋기

부분품을 가공할수 있게 소재가 완전히 준비되면 금긋기작업을 한다. 금긋기는 가공작업의 첫 공정이며 제품의 질에 영향을 주는 중요한 작업공정이다. 금긋기를 잘하여야 정확한 제품을 만들수 있으며 제품의 질도 높일수 있다.

금긋기작업에서는 전개도 또는 현도에서 얻은 도형의 실제크기대로 그린다. 이때 자, 콤파스, 실줄, 표식정, 금긋기바늘, 모형판을 리용한다.

금을 긋기 전에는 항상 소재의 겉면을 깨끗이 닦아야 하며 금을 그은 다음에는 금을 정확히 그었는가 검사하여야 한다.

금을 그은 선이 정확히 보이도록 하기 위해서 금을 긋는 면에 백묵이나 광명단을 바를수 있다. 또한 작업과정에 선이 잘 보이도록 하며 선이 지워져도 금을 그은 선을 찾아볼수 있게 선을 따라가면서 표식정으로 작은 점을 찍을수 있다.

(4) 자르기

자르기는 금을 그은 선을 따라가면서 소재를 잘라내는 작업이다.

자르기는 자르려는 소재의 치수와 형태에 따라 여러가지 방법으로 하는데 주로 절단기에 의한 자르기와 쇠가위에 의한 자르기, 쇠톱에 의한 자르기를 많이 쓴다.

절단기로는 두꺼운 철판을 쉽게 그리고 정확히 자를수 있는데 이때 잘라지는 면도 아주 깨끗하다.

두께가 얇은 철판과 유색금속판을 자를 때에는 쇠가위를 쓰며 여러가지 형태의 자름면을 가진 형강을 자를 때에는 쇠톱을 쓴다.

이밖에 가스절단기와 자름도끼를 가지고 철판을 자르는 방법도 쓰이고있다.

가스절단기로는 철판을 임의의 형태대로 자를수 있는 좋은 점이 있으나 잘라진 면이 매끈하지 못한 결함이 있다.

(5) 구부리기

구부리기는 일반적으로 철판이나 형강, 압연강재들을 일정한 각도 혹은 활등으로 구부리는 작업공정이다. 구부리기는 제판작업에서 많이 리용되며 제품의 형태에 영향을 주는 중요한 공정이다.

구부리려는 소재는 가열할수도 있고 가열하지 않을수도 있는데 이것은 소재의 두께에 따라 선정된다.

철판의 구부리기는 로라식판구부림기나 프레스에서 하며 관이나 형강의 구부리기는 관 또는 형강구부림기와 프레스에서 한다. 그리 크지 않은 관이나 형강을 구부릴 때에는 수동지구를 리용할수 있다.

(6) 조립작업 및 검사

개별적인 부분품들을 다 만든 다음에는 조립을 한다.

조립방법은 구체적인 대상에 따라 서로 다르지만 대체로 먼저 토막들을 가조립하고 다시 완전조립한다.

조립은 철저히 도면과 전개도에 준하여 조립공정에 밝혀준 순서대로 진행한다.

여기서 **가조립**이란 여러가지 조립지구, 버팀대 등을 리용하여 련결토막들이 움직이지 않게 림시로 고정하는것을 말한다. 고정방법은 가용접하는 방법 즉 용접련결부 전체 구간을 다 용접하지 않고 극히 일부구간만을 용접하여 고정하는 방법을 말한다.

가조립이 끝나면 정확한 자기 치수를 보장했는가를 재여보고 조절작업을 한다.

조절작업이 끝나면 토막의 전체 둘레를 완전히 용접하여 조립품을 완성한다. 제품이 완성되면 검사를 한다.

제관품의 검사에서는 주로 제품의 치수를 정확히 보장하였는가 그리고 재질이 맞는가, 용접련결줄의 길이와 높이 등을 보장하였는가를 검사한다. 또한 제품에 손상이 가지 않았는가, 가스와 물이 새지 않는가, 작업도중에 련결부들이 떨어지지 않겠는가를 검사한다.

2. 용 접

1) 용접에 대한 개념

용접이란 일반적으로 소재에 국부적으로 열을 주어 녹여붙이는 방법으로 든든하게 결합시키는 련결방법을 말한다.

용접에 의하여 서로 련결하는것을 용접련결이라고 하는데 다른 련결과 다른 점은 뗐다붙였다 할수 없는것이다.

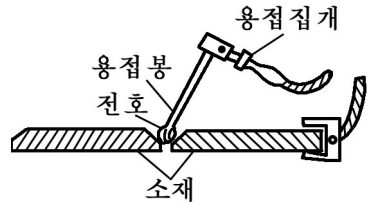
용접은 용접방식에 따라 전기용접, 가스용접, 특수용접으로 나누며 용접재료에 따라 강철용접, 주철용접, 유색금속용접으로 나눈다.

전기용접은 전기에네르기를 리용하는 용접이고 가스용접은 가스의 열에네르기를 리용하는 용접이다.

전기용접에는 전호용접과 접촉전기저항용접이 있다.

전호용접은 용접봉을 용접소재에 댔다 뗄 때 생기는 전호(전기불길)를 리용하여 용접하는 방법이다. 우리가 흔히 보는 용접이 바로 이 용접인데 가장 많이 쓰인다.

그림 3-32. 전호용접

전호용접에서 소재와 용접봉사이에 생기는 전호는 높은 열과 빛을 내는데 이때 용접부와 용접봉이 녹아붙으면서 억세게 련결된다.(그림 3-32)

접촉전기저항용접은 소재를 두개의 전극사이에 놓고 전극으로 누르면서 동시에 전류를 통과시켜 련결하는 방법인데 여기에는 맞대용접, 점용접, 로라용접이 있다.(그림 3-33)

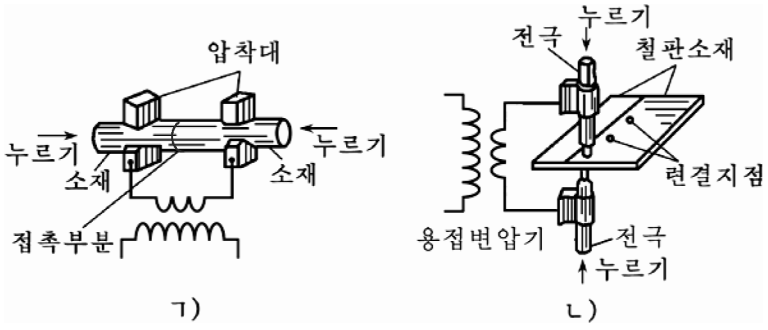



그림 3-33. 접촉전기저항용접
ㄱ) 맞대용접, ㄴ) 점용접

맞대용접에서는 용접소재를 용접기의 압착대에 고정시킨 다음 소재를 맞붙이고 거기에 전류를 통과시킨다.

이때 접촉부분이 급속히 가열되는데 이 순간에 전류를 끊고 소재를 누르면 용접된다.(그림의 ㄱ)

이 방법은 봉, 레루, 관, 공구 등을 용접하는데 쓴다.

점용접은 얇은 판을 용접하는데 널리 쓰인다.

점용접은 용접소재를 두개의 동전극사이에 서로 겹쳐놓고 전극으로 누른 다음 변압기로부터 전극을 통하여 전류를 흘러보내면 소재의 련결

점이 심하게 가열된다. 이때 전류를 끊고 전극을 다시 누르면 용접된다. (그림의 ㄴ)

로라용접은 점용접에서와 원리가 비슷한데 다른 점은 전극대신에 로라를 쓴것이다.

가스용접은 가연성가스와 산소의 혼합가스가 탈 때 내는 열을 가지고 금속들을 녹여붙이는 방법이다.

여기서 **가연성가스**란 수소나 아세틸렌과 같이 불탈수 있는 가스를 말하는데 가장 많이 쓰이는것은 아세틸렌가스이다.

가스용접에서는 가스를 태울 때 산소를 쓰므로 흔히 산소용접이라고도 한다.

그림 3-34에서 보는바와 같이 가스용접기의 버너로 뿜어져나오는 아세틸렌과 산소의 혼합가스에 불을 달면 그것이 타면서 높은 열이 생긴다.

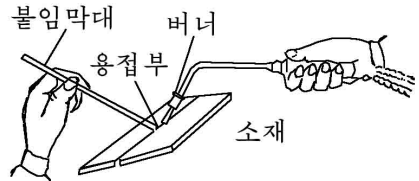



그림 3-34. 가스용접

이것을 소재에 갖다대고 붙임막대와 함께 녹이면서 용접한다.

용접은 다른 가공방법에 비하여 좋은 점을 많이 가지고있다.

① 금속재료를 많이 절약할수 있다.

용접련결줄을 만드는 금속의 질량은 부분품질량의 1~2%밖에 되지 않는다.

주물품을 용접구조물로 만들면 50~60%까지의 금속을 절약할수 있으며 그만큼 가벼워진다.

② 복잡한 형태의 구조물도 쉽게 만들수 있고 많은 로력을 절약하면서도 생산능률을 높일수 있다.

복잡한 기계부분품들은 주물하거나 기계가공하기가 힘들뿐아니라 만드는 공정이 매우 복잡하다.

그러나 용접은 단순한 부분품들을 서로 련결하여 복잡한 제품도 쉽게 만들수 있으며 짧은 시간에 많은 제품을 생산할수 있다.

③ 설비가 간단하여 임의의 곳에서도 쉽게 만들수 있다.

그러므로 용접은 금속가공의 모든 분야에서 거의 쓰이지 않는 곳이 없다.

2) 용접작업방법

(1) 전호용접

- 용접작업준비

용접작업을 하려면 용접봉, 용접기, 용접공구 및 보호용구를 준비하여야 한다.

용접봉은 그의 모양과 특성, 사명에 따라 여러가지로 나누는데 직경이 5~6㎜인 심선에 피복제를 씌운것을 많이 쓴다.

용접봉의 질은 용접련결줄의 질에 영향을 준다. 용접봉의 질이 좋아야 용접련결줄이 깨끗하게 되여 제품도 고와진다.

용접공구는 용접련결줄의 질상태를 검사하고 청소하며 결함을 퇴치하기 위하여 쓰는 공구로서 여기에는 슬라크마치, 강철솔, 줄칼, 손마치, 끌 등이 있다.

슬라크마치는 슬라크를 깔 때 쓰며 강철솔은 찌끼를 긁어낼 때, 줄칼이나 끌, 손마치는 깨끗하지 못한 용접련결줄을 쓸어버리거나 따낼 때 쓴다.

보호용구는 용접할 때 전호로부터 용접공의 얼굴과 눈을 보호하기 위한것으로서 여기에는 용접면, 용접면유리, 용접장갑, 앞치마 등이 있다.

용접기에는 직류를 쓰는 직류용접기와 교류를 쓰는 교류용접기가 있는데 교류용접기는 직류용접기보다 간편하고 다루기 쉬우므로 널리 쓰인다.

현재 쓰이고있는 용접기가운데서 80%이상이 교류용접기이다.

조절손잡이로는 용접전류를 변화시키는데 용접소재의 두께와 재질에 따라 필요한 용접전류를 얻기 위해 쓴다.

조절손잡이를 오른쪽 또는 왼쪽으로 돌리면 용접전류가 최고 50~500A 범위에서 변한다.

- 용접작업

용접을 하려면 우선 전호를 일으켜야 한다.

전호를 일으키는 방법에는 소재에 용접봉을 갖다대고 댔다뗐다하는 식으로 하는 방법과 성냥을 켜듯이 용접봉을 긋는 방법이 있다.

전호를 일으킨 다음에 용접하려는 부분을 따라가면서 용접봉을 놀려 용접한다. 용접련결줄의 질을 높이려면 용접봉을 잘 놀려야 한다.

그림 3-35에 용접봉을 놀리는 방법을 주었다.

그림 3-35. 용접봉을 놀리는 방법

그림 3-36. 용접위치와 방법에 따르는 분류
ㄱ) 위치에 따르는 분류,
ㄴ) 방법에 따르는 분류

용접작업은 용접위치에 따라 바닥용접, 수직용접, 천정용접으로 나누며 소재를 때붙이는 방법에 따라 맞댄용접, 겹친용접, 구석용접으로 나눈다.(그림 3-36)

용접은 바닥용접이 제일 쉬우며 천정용접이 제일 힘들다. 그것은 천정용접할 때 쇠물이 흘러내리거나 떨어지기때문이다.

용접소재의 두께가 두꺼울 때에는 소재의 모서리를 60~70° 각으로 따고 용접한다.

용접할 때 용접봉의 놀림과 각도는 용접위치에 따라 다르게 정한다.

작은 구조물을 용접할 때에는 간단한 지구로 고정한 다음 직접 용접할수 있지만 큰 구조물을 용접할 때에는 복잡한 형태를 그대로 고정하기 곤난하므로 적당한 곳을 용접련결로 고정한다.

이것을 림시로 용접한다고 하여 **가용접**이라고 한다.

가용접을 잘하여야 기본용접을 잘할수 있다.

가용접부분을 다시 용접할 때에는 용접련결줄이 매끈하지 못하며 용접작업을 하는데 불편하다. 그러므로 가용접하는 곳의 수를 적게 하

여 기본용접하는데 될수록 지장이 없도록 하며 일정한 길이로 하면서도 짧게 하여야 한다.

- 용접련결줄의 검사

용접을 끝낸 다음에는 용접련결줄의 질을 검사한다.

검사는 마치로 슬라크를 까고 용접련결줄이 정확히 련결되였는가, 터진 곳이 없는가, 용접련결줄이 패우거나 매끈하지 못한 곳이 없는가를 비롯하여 흠집이나 결함을 찾는 방법으로 한다.

용접련결줄검사는 눈으로 할수도 있고 눈으로 보고 알수 없는 곳은 검사기구를 리용하여 검사한다.

만일 검사과정에 결함이 나타나면 다시 용접하여야 한다.

(2) 가스용접

- 용접작업준비

가스용접을 하려면 먼저 용접에 쓰이는 가스를 준비한다.

가스용접에 쓰이는 가스로는 아세틸렌가스(C_2H_2), 수소가스(H_2), 메탄가스(CH_4) 등을 쓰는데 가장 많이 쓰는것은 아세틸렌가스이다.

아세틸렌가스는 카바이드에 물을 작용시켜 얻는다.

이 가스가 탈 때 나오는 열은 매우 높은데 불길중심에서부터 3~5㎜ 정도 떨어진 곳에서의 온도는 약 3 000℃나 된다.

그림 3-37에 가스불길의 온도분포상태와 가스용접설비를 보여주었다.

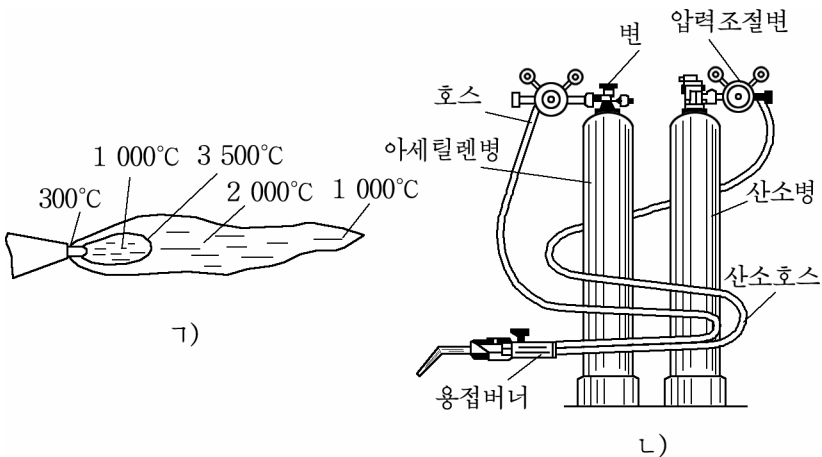



그림 3-37. 산소-아세틸렌용접설비

ㄱ) 가스불길의 온도, ㄴ) 용접설비

실제 가스용접에서는 카바이드와 산소를 따로따로 넣고 호스를 통하여 용접버너에 련결한다.(그림의 ㄴ)

산소는 높은 압력에도 견딜수 있게 만든 산소병에 넣고 쓰는데 산소압력을 조절하기 위해 압력조절기가 설치된다.

- 용접작업방법

가스용접으로는 수평, 수직, 천정용접 등 임의의 위치에서 다 할수 있다.

용접방법으로는 소재를 마주대고 하는 맞대용접방법을 가장 많이 쓰고있다.

소재의 두께에 따라 용접하는 방식을 다르게 정하는데 소재의 두께가 작을수록 소재의 겉면에 대한 버너의 경사각을 작게 하여 눕혀서 용접하며 버너를 들어주어 불길의 길이를 길게 해준다.

가스용접은 용접방향에 따라 왼용접과 오른용접으로 나누는데 용접련결줄을 형성하는 붙임막대와 버너의 손놀림위치는 그림 3-38과 같다. 여기서 왼용접은 용접버너를 오른쪽에서 왼쪽으로 움직이고 붙임막대는 용접불길앞에서 용접방향을 따라 움직이면서 용접련결줄을 만드는 용접방법이다.(그림의 ㄱ)

왼용접은 얇은 판과 같이 녹아버리기 쉬운 금속과 유색금속을 용접할 때 많이 쓴다.

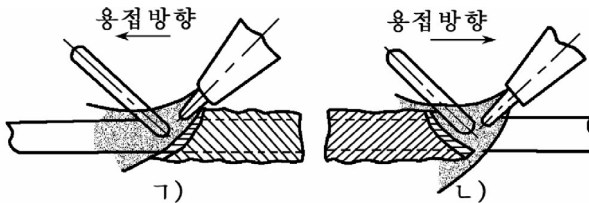



그림 3-38. 용접방법

ㄱ) 왼용접, ㄴ) 오른용접

오른용접은 용접버너를 왼쪽에서 오른쪽으로 움직이되 불길은 용접방향과 반대쪽으로 향하게 하고 붙임막대는 버너를 뒤따라가면서 녹여붙이는 방법이다.(그림의 ㄴ)

3) 용 착

용착이란 금속겉면에 녹은 쇠물을 떨구어 붙이는 방법이다.

용착은 용접의 한 형태라고 볼수 있다.

제품생산에 용착방법을 받아들이면 금속자재를 많이 절약할수 있을뿐아니라 제품의 수명도 늘일수 있다. 특히 용착한 부분은 마모에 잘 견디는 성질이 있다.

탄광, 광산, 건설장에서 쓰는 굴착기, 불도젤, 착암기를 비롯한 기계설비들은 마모가 심하지만 실제 마모되는 부분은 처음 질량의 1~2%에 불과하다. 그러므로 마모된 부분을 새로 다시 만들어 쓰는것보다 마모된 부분만을 다시 용착하는 방법으로 재생하여 쓰면 막대한 금속을 절약할수 있을뿐아니라 설비리용률을 높이면서도 더 오래 쓸수 있다.

용착방법은 금속절삭공구나 형타설비, 압연로라를 새로 만들거나 마모된것을 새로 재생할 때 그리고 심히 마모된 바퀴, 축을 재생할 때 쓴다.

그리고 굴착기바가지의 이발과 같이 마모가 심한 부분의 수명을 늘이기 위해서 미리 용착하는 경우도 있다.

용착원리는 전호용접과 같다.

용접은 두 소재를 서로 붙이지만 용착은 제품겉면에 금속층을 입히는것이 다르다.

용착할 때에는 먼저 용착할 부분을 미리 가열하고 용착한 다음 열처리를 한다. 다음에 용착부분을 검사하고 겉면을 깎아버린다.

용착할 때 쓰는 설비도 용접설비와 같으며 다만 용접봉의 역할을 하는 용착봉의 재질이 다를뿐이다.

련습문제

1. 가정에서 쓰는 생활도구들가운데서 제관방법으로 만든 물건을 5개 이상 찾아보아라.
2. 제관이 다른 가공방법보다 좋은 점은 무엇인가?
3. 제관작업공정을 략도로 그려보아라.
4. 용접이 다른 가공보다 좋은 점은 무엇인가?
5. 전호를 일으키는 방법에 대하여 말하여라.
6. 가스용접은 왜 필요한가?
7. 가스용접과 전기용접은 원리에서 어떤 차이가 있는가?
8. 용착과 용접은 무엇이 다른가?

제5절. 강철의 열처리

최첨단기계설비들을 더 많이 생산보장하자면 공구와 지구를 비롯하여 기계부분품의 질을 결정적으로 높여야 한다. 그러자면 새로운 열처리방법들을 적극 받아들이는것과 함께 열처리공정을 잘 지키도록 하여야 한다.

열처리란 강철을 높은 열로 가열하였다가 랭각시켜 재료의 성질을 변화시키는 방법을 말한다.

강철을 열처리하면 그 성질도 좋아지고 수명도 훨씬 늘어난다. 때문에 강철은 될수록 열처리하여 써야 한다.

열처리방법에는 소경, 소려, 소둔, 소준, 화학적열처리 등이 있다.

1) 소 경

강철을 필요한 온도까지 가열하여 그 상태로 일정한 시간동안 유지한 다음 물이나 기름속에 잠그어 빨리 랭각시켜 굳기를 높이는 열처리를 **소경**이라고 한다.

소경은 가열과 랭각공정으로 이루어진다.

가열하는 온도는 강철속에 들어있는 탄소량에 따라 다른데 대략 800~900℃이다. 이때 결정알갱이들이 잔알갱이로 변화된다.

그러나 강철을 지내 높은 온도까지 가열하거나 너무 오랜 시간 가열하면 잔알갱이들이 다시 커지게 된다.

가열하였던 강철을 랭각할 때 결정알갱이의 크기는 랭각하기 전의 상태에 따라 달라진다.

랭각하기 전의 결정알갱이의 크기가 작아야 랭각한 다음 결정알갱이의 크기도 작아지며 따라서 소경효과가 커진다. 그러므로 소경할 때 너무 높은 온도로 가열하거나 너무 오랜 시간 가열하지 말아야 한다.

한편 소경온도를 충분히 보장하지 못하면 결정구조가 채 변하지 않으므로 요구하는 굳기를 보장할수 없다. 그러므로 소경할 때에는 반드시 정해진 소경온도와 시간을 철저히 지켜야 한다.

가열했던 강철을 천천히 랭각시키면 가열할 때와 반대과정이 일어난다.

강철을 빨리 랭각할수록 더 굳고 세지며 천천히 랭각하면 물러진다. 가열했던 강철을 랭각하는데는 주로 15~20℃의 물이나 기름을 쓴다.

랭각속도는 강철속에 들어있는 탄소나 기타 합금원소의 량에 관계되는데 그 량이 많을수록 랭각속도를 뜨게 한다. 따라서 탄소강에는 랭각능력이 큰 물을 쓰며 합금강에는 랭각능력이 작은 기름을 쓴다.

이와 같은 방법으로 소경한 강철의 내부구조는 불안정하여 늘 안정한 상태로 되돌아가려고 한다. 그리하여 강철내부에는 일정한 힘이 작용하게 되는데 이 힘에 의하여 강철이 터지거나 변형된다. 그러므로 강철을 소경한 다음에는 반드시 소려하여 이러한 힘이 작용하는것을 없애야 한다. 그래야 강철이 더 질기면서 바스러지지 않고 오래 쓸수 있다.

2) 소 려

소려는 소경한 강철을 비교적 낮은 온도로 가열하고 일정한 시간 유지한 다음 천천히 또는 빨리 랭각시키는 열처리를 말한다.

소려방법에는 저온소려, 중온소려, 고온소려가 있다.

저온소려는 소경한 강철을 180~200℃까지 가열하였다가 공기속에서 랭각시키는 열처리이다. 낮은 온도에서 소려하면 취성은 좀 좋아지지만 굳기는 거의 변하지 않는다.

줄칼이나 바이트, 측정공구, 마모가 심한 치차나 축과 같이 재료가 굳을것을 요구하는데서 저온소려를 한다.

중온소려는 소려온도가 350~450℃인 때를 말한다.

중온소려하면 굳기는 낮아지지만 튐성이 더 커지고 질기게 된다. 그러므로 용수철, 톱, 마치, 자동차, 뜨락또르의 바퀴축에서와 같이 튐성과 인성이 높아야 하는 재료들은 중온소려한다.

고온소려는 소려온도를 500~650℃까지 보장하였다가 공기속에서 랭각시키는 열처리이다.

고온소려하면 강철이 질기고 세지며 취성이 거의 없어지므로 큰 축이나 치차, 련결대 같은 부분품들에서는 고온소려한다.

3) 소둔과 소준

소둔은 강철을 일정한 온도까지 가열하여 그 온도에서 얼마동안 있은 다음 로안에서 천천히 랭각시켜 굳기를 낮추는 열처리를 말한다.

그리고 **소준**은 강철을 가열하고 얼마동안 있은 다음 공기중에서 빨리 랭각하여 굳기를 낮추는 열처리이다.

소둔과 소준은 랭각속도에서만 차이가 있다. 소준은 소둔보다 랭각속도가 빠르며 따라서 굳기도 소둔할 때보다 더 굳다.

강철을 깎기 쉽게 하기 위해서 소둔과 소준을 한다.

강철이 너무 굳거나 질기면 깎기 힘들뿐아니라 공구도 빨리 마모되여 못쓰게 되며 때로는 깎을수 없게 된다. 그래서 굳은 강철은 소둔 또는 소준하여 굳기를 적당히 낮추어 부분품을 깎는다.

소둔 또는 소준할 때에도 온도를 정확히 지켜야 한다.

온도가 지나치게 높으면 세기가 약해지고 질기지도 못하며 온도가 너무 낮으면 소둔 또는 소준한 보람이 없다.

소둔 또는 소준온도는 대체로 800~900℃이다.

4) 화학적열처리

화학적열처리란 강철의 겉면층에 탄소, 질소 등의 원소들을 침투시켜 그 성질을 좋게 하는 열처리이다.

치차나 축 같은것은 그 겉면이 굳고 잘 마모되지 않으면서도 속은 질겨야 한다. 그런데 탄소가 적은 강철은 굳지 못하고 잘 마모되는 성질이 있지만 탄소가 많은 강철은 이와 반대로 굳고 잘 마모되지 않지만 질기지 못한 결함이 있다.

이와 같은 결함을 극복하기 위하여 탄소가 0.2%이하인 강철을 900~950℃까지 5~10h동안 가열하여 겉면에 탄소를 침투시킨 다음 소경, 소려한다. 이렇게 하면 겉면이 굳고 잘 마모되지 않으면서도 속은 질기게 된다. 이와 같은 열처리방법을 **침탄**이라고 한다.

침탄은 침탄로에 침탄하려는 강철을 넣고 숯이나 나무를 채워 넣은 다음 태우는 방법으로 한다. 이때 침탄로에 침탄하려는 재료와 성분이 같은 시편을 함께 넣고 밀페시킨 다음 침탄한다. 침탄이 끝나면 시편을 끊어보고 침탄깊이를 알아본다.

강철의 겉면에 질소를 침투시켜 내마모성을 높이는 방법을 **질화**라고 한다. 질화는 빨리 돌면서 마찰을 많이 받는 크랑크축목과 같은 부분품들에 적용한다.

질화하는 방법은 질화로안에 암모니아(NH_3)가스를 넣어주면서 강철을 500~600℃의 온도에서 수십h 가열하였다가 랭각시키는 방법으로 한다.

이밖에 화학적열처리에는 강철의 겉면에 탄소와 질소를 동시에 침투시키는 청화가 있다.

련습문제

1. 소경과 소려에 대한 실례를 각각 2개씩 들어보아라.
2. 소둔과 소준에 대한 실례를 2개이상 들어보아라.
3. 화학적열처리에 대한 실례를 2개이상 들어보아라.

참고자료

레이자에 의한 겉면처리기술

강철과 합금의 겉면처리는 재료의 물리적특성과 세기, 내마모성을 비롯한 력학적성질을 개선하기 위한 중요한 수단으로 리용되고있다.

금속의 겉면처리에 레이자를 처음으로 리용한것은 1970년대였다.

그후 레이자겉면처리기술은 빨리 발전하여 오늘은 최신과학기술이 달성한 중요한 성과로 인정되고있다.

레이자겉면처리의 우점은 다음과 같다.

첫째로, 고주파열처리를 비롯한 다른 열처리에 비해 경화효과가 특별히 크며 랭각매질이 필요없다.

둘째로, 에네르기밀도가 높고 그 값을 임의로 조절할수 있다.

셋째로, 일정한 거리에 에네르기를 전달할수 있으며 열처리의 기계화, 자동화를 쉽게 실현할수 있다.

초음파에 의한 열처리

초음파를 열처리에 받아들이면 열처리효과를 훨씬 더 높일수 있다.

소경할 때 식힘매질에 초음파를 작용시키면 식힘매질의 능력이 높아져서 소경효과를 더 높일수 있다.

또한 화학적열처리(침탄, 질화, 청화, 붕소침투)에서 난문제로 제기되는 열처리시간을 줄이는 문제를 쉽게 해결할수 있다. 초음파를 작용시키면 열처리의 주기가 짧아지면서도 처리되는 제품의 질이 매우 높은 수준에서 보장될수 있다. 따라서 여러가지 열처리에 초음파를 널리 받아들여야 한다.

제4장. 공작기계들에서의 가공

경애하는 수령 **김일성**대원수님께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《공작기계는 기계공업의 기본토대입니다.》

공작기계는 수많은 기계설비를 만들어내는 기본생산수단이다.

그러므로 기계제작공업에서 공작기계는 없어서는 안될 가장 중요한 설비라고 말할수 있다.

오늘 공작기계의 CNC(콤퓨터수자조종)화는 기계공업의 세계적추세로 되고있다.

위대한 수령님과 경애하는 장군님의 현명한 령도에 의하여 우리 나라에서는 CNC기술을 개발하기 위한 사업이 이미 오래전부터 시작되였으며 최근년간 빠른 속도로 발전하여 매우 높은 수준에 이르렀다.

우리의 과학자, 기술자들은 자력갱생의 혁명정신으로 우리 식의 조종체계로 CNC기술을 완성하여 생산에 도입하였다.

강성국가건설이 힘있게 벌어지고있는 우리 나라의 현실은 그 어느때보다도 현대적인 공작기계들을 더 많이 만들어낼것을 요구하고있다. 그러므로 공작기계에 대한 기초기술지식을 충분히 소유하는것은 매우 중요한 요구로 제기된다.

이 장에서는 일반공작기계들의 분류와 구조작용원리, 가공에 대한 일반기초기술지식과 함께 수자조종기계에서의 가공과 정밀공작기계에서의 정밀완성가공에 대하여 배우게 된다.

제1절. 공작기계에 대한 개념

1. 공작기계란 무엇인가?

공작기계는 인민경제 여러 부문에서 요구하는 기계설비들과 부분품들을 직접 가공해내는 기계이다.

공작기계는 예로부터 기계를 만들어낸다고 하여《기계를 만드는 기계》로 불리워왔다.

공작기계는 넓은 의미에서 단조, 압연, 프레스 등의 가공기계까지 포함되지만 일반적으로는 기계제작의 기초로 되는 절삭, 연마 등과 같이 절삭밥을 내면서 금속 및 비금속소재를 가공하여 필요한 모양과 치수의 부분품을 만들어내는 기계를 의미한다.

그러면 공작기계란 어떤 기계인가?

공작기계란 금속 및 비금속재료로 된 소재를 절삭, 연마 등의 여러가지 방법으로 가공하여 요구하는 모양과 치수를 가진 기계부분품을 만들어내는 기계를 말한다.

기계를 이루고있는 수많은 부분품들은 주물, 압연, 단조, 기계가공 등으로 만드는데 이가운데서 부분품을 완성하는데 가장 많이 쓰이는 방법은 금속을 깎아 만드는 기계가공방법이다.

금속을 깎아 만드는 기계를 절삭기계라고 하는데 흔히 공작기계라고 하면 절삭기계를 의미한다.

2. 공작기계의 분류와 자호표시

1) 공작기계의 분류

공작기계는 몇가지 기준에 의하여 다음과 같이 나눈다.

공작기계는 기대조작의 집중성정도에 따라 만능공작기계, 단능공작기계, 전문공작기계로 나눈다.

만능공작기계는 많은 품종의 부분품을 가공할수 있고 여러가지 조작을 수행할수 있는 공작기계를 말한다. 즉 여러가지 치수를 가진 각이한 형태의 부분품을 깎는 공작기계이다. 따라서 만능공작기계는 그의 구조가 일반적으로 복잡하다.

단능공작기계는 한가지 치수를 가진 한가지 형태의 부분품을 깎는 공작기계를 말한다.

전문공작기계는 여러가지 치수를 가진 한가지 형태의 부분품을 깎는 공작기계를 말한다.

공작기계는 정밀도등급에 따라서 보통급, 정밀급, 초정밀급공작기계로 나눈다.

공작기계는 현대화수준에 따라서 보통공작기계, 반자동공작기계, 자동공작기계로 나눈다.

보통공작기계는 기대의 속도조절, 시동과 제동, 공구 및 소재의 설치와 해체, 조절 등과 같은 모든 보조조작을 사람이 진행하는 기계이다.

반자동공작기계는 작업주기(작업공정)가 기대공의 조작에 의해서만 진행되는 기계이다.

자동공작기계는 기대에서 수행되는 모든 조작이 기계자체에 의하여 실현되는 기계이다.

공작기계는 절삭방법과 그 적용특성에 따라서 일반공작기계와 특수공작기계로 나눈다.

절삭방법과 적용특성이란 정밀도수준, 현대화수준, 절삭가공방식, 운동학적 및 력학적특성과 구조형성, 제작의 복잡성, 적용범위 등 생산과 운영의 모든 내용을 통털어 이루는 말이다.

일반공작기계란 기계를 이루고있는 부분품들가운데서 가장 초보적이고 일반적인 형태를 가진 부분품만을 가공하는 공작기계를 말한다.

일반공작기계에는 원통면과 나사, 구멍 등을 가공하는 선반과 여러가지 크기의 구멍을 뚫는 볼반, 여러가지 형태의 모양면들을 가공하는 후라이스반과 쎄빠, 치차만을 전문으로 가공하는 치절반 등이 있다.

특수공작기계란 일반공작기계로서는 만들기 힘들거나 만들수 없는 특수한 형태를 가진 부분품을 가공하는 공작기계를 말한다.

일반적으로 승용차나 자동차, 뜨락또르의 기관에 들어있는 크랑크축은 그 형태가 매우 복잡하기때문에 일반공작기계로는 만들수 없다.

그리하여 크랑크축가공반과 같이 특수한 부분품만을 가공하는 특수공작기계가 따로 만들어지게 되였다.

보통 특수공작기계에는 물리화학적 및 전기화학적방법으로 가공하는 공작기계들이 속한다.

공작기계는 질량에 따라서 소형공작기계, 중형공작기계, 대형공작기계로 나눈다.

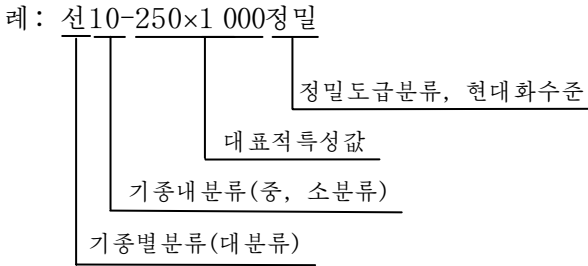
질량이 1t까지의 공작기계를 **소형공작기계**, 10t까지를 **중형공작기계**, 10t이상의 공작기계를 **대형공작기계**, 100t이상은 **특대형공작기계**라고 한다.

2) 공작기계의 자호표시

공작기계는 국규에 의한 자호로 기종별, 형태 및 치수상특성으로 분류한다.

국규에 의하여 공작기계의 기종을 대분류기준으로, 사명과 구조형식을 중분류기준으로, 작업특성을 소분류특성으로 보고 자호표시법을 규정한다.

공작기계자호는 대중소분류를 나타내는 글자 및 수자다음에 대표적인 특성값을 밝히는 방법으로 설정한다.

대분류는 공작기계의 이름의 첫머리글자로 표시하고 중분류와 소분류는 각각 한자리의 아라비아수자로 표시하는데 대분류다음에 차례로 표시한다.

우의 실례에서 선10-250×1 000정밀 선반은 최대가공직경이 250㎜이고 최대가공길이가 1 000㎜인 선반이라는것이다.

공작기계의 대표적특성값들은 기종에 따라 다음과 같이 정하고있다.

선반- 최대가공직경×최대가공길이, ㎜
볼반- 최대가공구멍직경, ㎜
보링반- 주축의 직경, ㎜
후라이스반- 테블의 너비, ㎜
연마반- 최대가공직경, ㎜
쎄빠, 종삭반- 습동대의 최대행정길이, ㎜
치차종삭반- 최대가공직경×모듈, ㎜
평삭반- 최대가공너비, ㎜
브로치반- 최대당김힘, ㎾
절단기-최대절단직경 혹은 두께, ㎜

자동공작기계, 모사장치공작기계, 수자조종공작기계, 단능공작기계들의 자호는 대분류기호앞에 해당한 장치의 첫머리글자를 덧붙여서 표시한다.

례: 최대가공직경이 400㎜이고 최대가공길이가 1 500㎜인 수자조종선반의 자호는 다음과 같이 표시한다.

수선 10-400×1 500

정밀공작기계, 고속정밀공작기계들은 따로 나누지 않고 대표적인 특성값다음에 〈정밀〉,〈고속정밀〉을 덧붙여서 표기한다.

선 10-250×1 000정밀

이미 자호가 설정되여있는 공작기계들이 현대화되였을 때에는 현대화된 순서에 따라 대표적인 특성값다음에 〈가〉,〈나〉,〈다〉 …를 덧붙여서 표시한다.

례: 테블의 작업너비가 250㎜인 받치개형후라이스반이 현대화되였을 때 다음과 같이 표기한다.

후 11-250 다

이밖에 공작기계이름으로도 표시한다.

례: 《구성-3》호만능선반, 《구성-104》호수자조종선반, CNC선반

3. 공작기계의 운동

공작기계에서 쇠를 깎아 제품을 만들자면 여러가지 운동이 필요한데 그 운동들을 크게 따져보면 쇠를 직접 깎는 기본운동과 쇠를 직접 깎지는 않지만 쇠깎는것을 도와주는 보조운동으로 구분된다.

기본운동에는 기계에서 쇠를 직접 깎는데 참가한 운동들이 속하는데 주로 주운동과 보내기운동은 회전운동 또는 직선운동으로 진행되는것도 있고 이 두 운동의 합성운동으로 진행되는것도 있으며 주기적 또는 비주기적운동으로 진행되는것도 있다.

보조운동에는 기대의 속도를 조절하는 운동, 소재를 설치하거나 떼내는 운동 등이 있다.

4. 운동계통도와 운동학적구성도

공작기계로 쇠를 깎자면 전동기의 회전운동을 변화시켜 공구와 소재에 전달해주어야 한다. 이를 위해서 공작기계에는 작업부분(쇠를 직접 깎는데 참가하는 부분)의 운동을 조절하기 위한 여러가지 기구와 장치, 요소들을 설치하는데 이것들을 자기 형태 그대로 그려서 운동을 고찰하면 리해하기가 매우 힘들다.

그러므로 공작기계나 다른 기계들의 운동을 쉽게 리해하도록 하기 위하여 운동계통에 들어있는 기구나 부분품들을 략부호로 표시하여 련결한 운동계통도나 운동학적구성도를 리용한다.

운동계통도란 원동기와 전동기구들을 략부호로 간단히 표시한 그림을 말한다. 다시말하여 일정한 표시기호를 리용하여 공작기계의 모든 운동과정을 운동흐름의 순서대로 표시한 략도를 말한다.

운동계통도를 리용하면 기대의 기술적특성을 알아낼수 있으며 운동학적특성과 구조적특성을 대략적으로 알아볼수 있다.

선반의 주운동을 운동계통도와 운동학적구성도로 표시한 실례를 그림 4-1에 주었다.

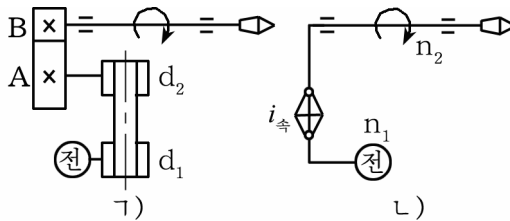



그림 4-1. 선반의 주운동략도
ㄱ) 운동계통도, ㄴ) 운동학적구성도

그림 4-1의 ㄱ)에서 보는바와 같이 전동기의 회전운동은 피대전동기구의 피대바퀴 d_1과 d_2를 거쳐 변속치차 A와 B에 전달되여 변속된 회전운동이 주축에 전달된다.

운동계통도에서는 해당 기구의 매 요소에 약속된 기호와 차례번호를 붙여주어 그것이 어떤 기구의 몇번째 부속품인가를 알수 있게 하였다.

공작기계에서 운동학적관계들에 대한 분석 및 합성을 쉽게 리해하기 위하여 운동계통도보다 더 간편한 운동학적구성도를 작성하여 리용한다.

운동학적구성도란 원동기의 운동이 어떻게 전달되는가를 간단히 보여주는 그림으로서 출발점, 궤도, 운동방향, 변위속도, 행로로 특징지어지는 공작기계의 운동을 운동흐름의 원리적계통으로 표시한 략도를 말한다. 즉 복잡한 운동계통도를 기능별로 구분하여 간단하게 그린것이다.

그림 4-1의 ㄴ)는 전동기의 회전속도가 변속기구를 거쳐 변속된 상태로 주축에로 넘어간다는것을 보여주었다. 여기서 n_1은 전동기의 회전수를 표시하며 n_2는 주축의 회전수를 표시한것이다.

그리고 $i_{속}$은 변속기구의 전동비를 표시한 기호이다.

이 운동구성도만 보아도 전동기의 회전운동이 무엇을 통하여 얼마만한 속도변화를 가져오는가를 직관적으로 쉽게 알수 있다.

련습문제

1. 공작기계의 종류와 쓰임에 대하여 말하여라.
2. 공작기계의 운동형태를 설명하고 운동계통도와 운동학적구성도의 차이점을 말하여라.

상 식 발명가 **네이즈미스 제임스**

영국의 기술자인 네이즈미스 제임스(1808-1890)는 공작기계의 설계와 제작에서 큰 업적을 남긴 발명가이다. 12살에 초등학교를 졸업한 후부터 기계기술에 큰 관심을 가지고 증기기관모형과 기계장치를 만드는데 전념하였으며 이때부터 남다른 재능을 보여주었다. 1829년 아버지를 따라 런던으로 간 네이즈미스는 당시 공작기계와 증기기관제작에서 널리 알려진 모즐리(영국. 1771-1831)가 일하는 공장에 들어가 그의 실험조수로 되여 기술을 배웠다. 그사이 그는 6각나트를 신속정확히 가공하는 방법을 독자적으로 개발하였다. 모즐리가 죽은 후 그 공장에서 나와 1834년에 만체스터근방에 공장을 세우고 증기기계, 증기보이라, 공작기계, 증기마치를 비롯한 여러가지 기계를 발명하였다. 네이즈미스의 유명한 증기마치는 기선《그레이트 브리텐》호의 추진축을 단조할 목적으로 1839년에 만들었다. 그는 이밖에도 후라이스반, 형삭반, 타닝반, 평삭반을 비롯한 여러가지 공작기계를 고안하여 금속소재가공의 속도와 정밀도에서 일대 혁신을 가져오게 하였다.

제2절. 기계가공과 그 정밀도

위대한 령도자 **김정일**원수님께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《기계설비를 정밀화, 대형화, 고속도화, 자동화하는것은 하나의 세계적인 추세로 되고있습니다. 우리는 세계적인 추세에 맞게 기계설비를 정밀화, 대형화, 고속도화, 자동화하여야 합니다.》

기계설비들을 정밀화, 대형화, 고속도화하는것은 인민경제를 현대화하기 위한 중요한 요구이다.

여기서 중요한것은 기계가공과정에 일어나는 여러가지 현상들과 정밀도보장에 대하여 잘 아는것이다.

이 절에서는 기계가공에서의 금속절삭과정과 그 정밀도에 대하여 취급한다.

1. 금속절삭과정

1) 절삭공구의 기하학적요소와 절삭조건

현대적인 기계의 부분품들은 거의 모두가 공작기계에서 쇠를 깎아 만든다. 쇠를 깎아 여러가지 형태와 치수를 가진 부분품들을 만드는것을 **절삭**이라고 하며 절삭에 의한 부분품가공을 **절삭가공** 또는 **기계가공**이라고 부른다.

쇠를 깎을 때 쇠밥이 생기는 과정을 대패로 나무를 깎는 과정과 비교하면서 간단히 보기로 하자.

대패로 나무를 깎자면 우선 쐐기형태로 만든 날을 끼운 대패를 나무에 대고 힘을 주면서 밀어야 한다.

마찬가지로 쇠로 쇠를 깎자면 깎는 대상(공구)은 일정한 형태의 각들을 가지고있어야 하는데 이 각들을 통털어 **공구의 기하학적요소**라고 한다. 절삭공구에는 바이트, 드릴, 후라이스를 비롯하여 그 종류가 매우 많다.

절삭공구의 기하학적요소와 절삭조건을 고찰하자면 모든 공구의 기초로 되는 바이트의 기하학적요소에 대하여 구체적으로 알아야 한다.

바이트는 크게 작업부분과 자루로 되여있다.

작업부분은 앞면, 뒤면(기본뒤면과 보조뒤면), 절삭날(기본날과 보조날)과 바이트끝으로 이루어졌다.(그림 4-2)

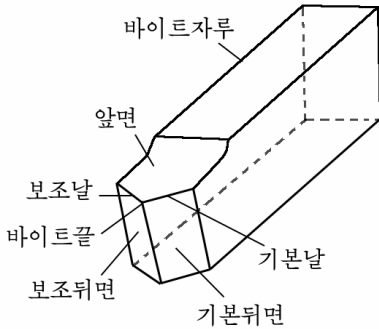



그림 4-2. 바이트의 구성요소

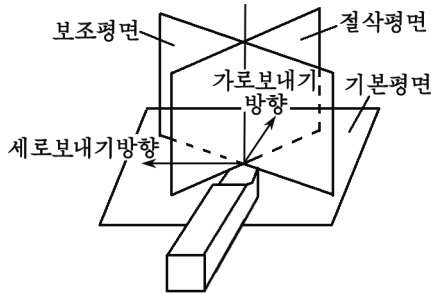



그림 4-3. 표준상태에서의 평면설정

(1) 바이트의 기하학적요소

바이트의 기하학적요소는 바이트작업부분을 이루는 앞각, 뒤각을 비롯한 요소들사이 그리고 작업부분의 요소들과 가공겉면사이의 관계를 규정하는 기하학적각들의 총체이다.

바이트의 각들을 규정하기 위하여 절삭평면(절삭겉면에 접하면서 기본날을 지나는 평면)과 기본평면(보내기방향에 평행인 평면)을 설정하는데 표준상태에서 이 두 평면은 서로 수직이다.(그림 4-3)

- 정지상태에서 바이트의 기하학적요소

정지상태에서 바이트의 각들은 바이트끝이 가공품회전중심높이에 놓이고 바이트의 축선이 가공품의 회전축선에 수직이라는 조건에서 규정한다.

바이트의 각들은 기본날과 보조날의 각, 평면각 및 기본날의 경사각으로 구분한다.(그림 4-4)

기본날의 각들은 기본평면에 대한 기본절삭날의 투영에 수직인 자름평면에서 규정한다.

뒤각 α는 고찰하는 기본절삭날의 투영선에 수직인 자름평면 A-A에서 절삭평면과 기본뒤면이 이루는 각이다.

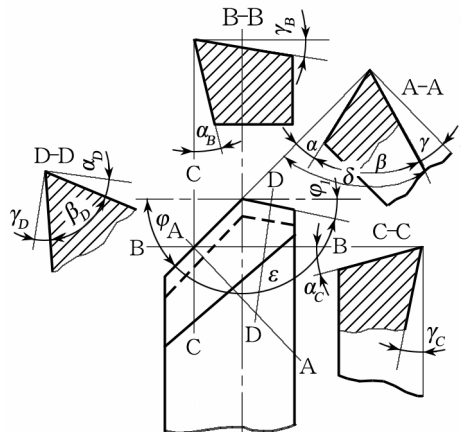



그림 4-4. 바이트의 기하학적요소

이 각은 어떤 경우에도 령보다 커야 하며 절삭날의 예리성과 뒤면에서의 마찰을 특징짓는다. 절삭공구와 절삭결면사이의 마찰은 될수록 작게 하여야 한다. 그러자면 공구날의 뒤면과 절삭평면사이의 각 α를 크게 하여야 하는데 이것 역시 너무 크면 날이 너무 예리하여 약해지기때문에 지나치게 크게 할수 없다.

앞각 γ는 우와 같은 평면 A-A에서 주절삭날을 지나면서 절삭평면에 수직인 자름면과 공구앞면이 이루는 각이다.

앞각 γ는 기본날의 세기와 절삭층의 변형을 특징지으며 부호를 가진다. 공구가 쇠를 쉽게 파고들어가기 위해서는 앞각을 크게 하여야 한다. 이것은 마치 나무를 깎을 때 칼날을 눕혀서 깎으면 작은 힘으로도 쉽게 깎을수 있는것과 비슷하다. 그런데 앞각을 지나치게 크게 하면 공구날이 약해지므로 일정한 한계이상으로 할수는 없다.

예리각 β는 우와 같은 자름평면 A-A에서 공구의 기본뒤면과 앞면사이의 각이다.

만일 쇠를 쉽게 깎자면 공구의 날이 예리하여야 하는데 그러자면 각 β를 작게 만들어야 한다. 그런데 안전면도칼날 같은것으로 연필이나 나무를 깎자면 날이 너무 얇아서 쉽게 부러지는것과 마찬가지로 쐐기각이 너무 작으면 날이 약해지므로 일정한 한계이하로는 작게 할수 없다.

절삭각 δ는 자름평면 A-A에서 절삭평면과 공구앞면사이의 각이다.

평면각들은 기본평면에 대한 기본날과 보조날의 투영에서 규정하는데 여기에는 절삭힘과 바이트의 마모에 영향을 주는 기본평면각 φ, 보조평면각 φ_1, 끝평면각 ε 등이 있다.

기본날의 **경사각** λ는 절삭평면에서 기본평면과 기본날들사이의 각인데 기본날의 세기와 쇠밥의 흐름방향을 규정한다.(그림 4-5)

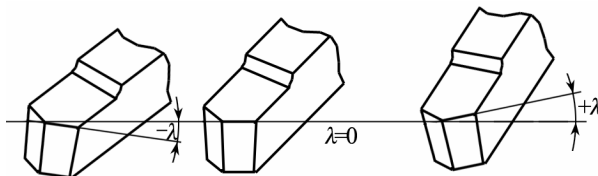



그림 4-5. 기본날의 경사각

- 작업상태에서 바이트의 기하학적요소

우에서 고찰한 각들은 작업상태에서 바이트의 설치를 달리하거나 실제 절삭운동과정에 기하학적요소가 달라지게 되는데 그것을 고찰하여보자.

먼저 설치와 관련된 바이트각들의 변화를 고찰하자.

정지상태에서 모든 각들을 바이트의 축선이 가공품의 회전축선에 수직이라는 조건에서 규정하였는데 만일 $\tau \neq 90^\circ$로 설치되였다면 기본평면각 φ와 보조평면각 φ_1은 $\pm(90^\circ-\tau)$만큼 변한다.(그림 4-6)

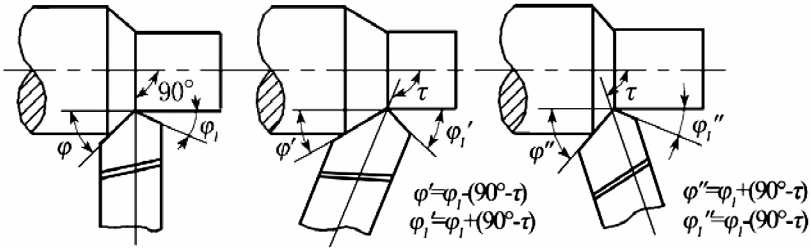



그림 4-6. 평면각의 변화

또한 정지상태에서 바이트의 각들은 바이트끝이 가공품회전중심높이에 놓인다고 보고 규정하였는데 만일 그렇게 설치되지 않았다면 절삭평면의 방향은 달라진다. 즉 중심높이에 설치하였을 때 절삭평면을 A-A라고 하면 h만큼 높게 설치하였을 때 절삭평면은 A_1-A_1이므로 앞각과 뒤각이 변한다.(그림 4-7)

걸면선삭할 때 바이트끝을 가공품의 중심선보다 높게 설치하면 설치각 ε만큼 앞각은 커지고 뒤각은 작아진다.

반대로 바이트끝을 가공품의 중심선보다 낮게 설치하면 설치각 ε만큼 앞각은 작아지고 뒤각은 커진다.

내면선삭할 때는 외면선삭할 때와 반대로 된다.

그림 4-7. 바이트끝이 가공품중심높이보다 높게 설치된 경우

흔히 바이트끝은 가공품의 중심높이에 설치하나 때로는 바이트의 작업조건을 개선하기 위하여 $h=(0.01\sim0.02)D$범위에서 높게 또는 낮게 설치한다.

다음으로 절삭운동과 관련한 바이트각들의 변화를 고찰하자.

절삭할 때 가공품은 회전운동을 하고 바이트는 보내기운동(세로 혹은 가로)을 하기때문에 가공품에 형성되는 절삭걸면은 라선형(세로 선삭할 때) 혹은 와선형(가로 선삭할 때)으로 된다.(그림 4-8)

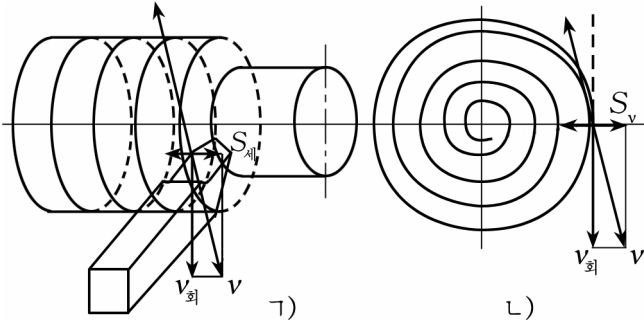



그림 4-8. 세로(ㄱ) 및 가로(ㄴ) 선삭할 때 절삭걸면과 속도벡토르

절삭속도벡토르는 이 라선면(또는 와선면)에 접하는 평면우에 놓이게 되므로 정지상태의 접선벡토르에 대하여 라선의 라선각만큼 경사지게 된다. 즉 운동상태에서의 절삭평면은 정지상태에서의 절삭평면과 다르다.

따라서 절삭과정에 실제적의의를 가지는 실제뒤각과 실제앞각을 일정한 크기로 보장하기 위하여서는 정지상태에서 뒤각 α와 앞각 γ를 잘 고려하여 주어야 한다.

(2) 절삭조건

쇠를 깎을 때 절삭조건을 잘 선정하는것이 중요하다.

제품에 요구되는 형태와 치수 그리고 기술조건을 보장하는 절삭과정을 실현하자면 가공품과 바이트가 일정한 상대적운동을 하여야 한다. 이 운동을 기본운동과 보내기운동으로 구분한다.

기본운동과 보내기운동에 의하여 절삭조건을 규정하는데 절삭속도, 보내기량 및 절삭깊이를 통털어 **절삭조건**이라고 한다.

절삭조건을 어떻게 선정하는가에 따라 로동생산능률과 제품의 질이 좌우된다. 즉 절삭조건을 크게 주면 단위시간당 쇠를 깎는 량이 많아지므로 생산능률은 높으나 일정한 한계이상 높이면 오히려 기대와 공구에 무리를 주어 제품의 질에 나쁜 영향을 준다. 그러므로 절삭조건은 가공품의 대상에 따라 기계와 공구의 성능이 충분히 발휘되도록 합리적으로

선정하여야 한다.

구체적인 절삭조건을 대표적인 공작기계인 선반에서의 절삭가공을 놓고 보기로 하자.

- 절삭속도(v)

절삭속도 v는 가공될 겉면에 대한 기본날의 단위시간당 이동거리로서 가공품의 회전속도 $v_{회}$와 바이트의 보내기속도 $v_{보}$의 벡토르합이다.

즉 $$\overline{v}=\overline{v}_{회}+\overline{v}_{보}$$

가공품의 회전속도 $v_{회}$와 바이트의 보내기속도 $v_{보}$는 각각 다음과 같이 표시된다.

$$v_{회}=\frac{\pi Dn}{1000},\quad v_{보}=\frac{nS}{1000}$$

그러므로 절삭속도는

$$v=\frac{n}{1000}\sqrt{(\pi D)^2+S^2}$$

여기서 v - 절삭속도, m/min

D - 가공품의 직경, ㎜

S - 회전당 보내기량, ㎜/r

n - 소재의 분당 회전수, r/min

1000 - ㎜를 m로 고치기 위한 수

그런데 보내기속도는 회전속도에 비하여 매우 작으므로 절삭속도를 흔히 가공품의 회전속도로 정한다. 즉

$$v\approx v_{회}=\frac{\pi Dn}{1000} \text{ 또는 } n=\frac{1000v}{\pi D}$$

형삭 및 종삭할 때 절삭속도는 바이트 또는 가공품의 직선운동속도이다. 그런데 링크기구가 있는 형삭반에서 속도는 절삭행정과 공행정에서 서로 다른데 이것은 령에서부터 최대까지 변한다.

그러므로 형삭할 때 절삭속도는 절삭행정의 평균속도로 정한다.

$v_{절삭}/v_{공}=m$이라고 하면 절삭행정의 평균속도 즉 절삭속도는 다음과 같다.

$$v_{평균}=\frac{Ln}{1000}(1+m)$$

여기서 L - 기대의 왕복행정거리, ㎜

n - 분당 왕복수, 왕복/min

m - 공행정속도($v_{공}$)에 대한 절삭행정속도($v_{절삭}$)의 비

공행정속도에 대한 절삭행정속도의 비는 형삭반에서 습동대의 행정길이에 따라 변하는데 평균 m=0.75이고 종삭반에서는 m=1이다.

- **보내기량**(S)

소재가 돌 때 바이트로 쇠를 계속 깎아내기 위해서는 바이트를 이동시켜야 한다.

보내기량은 선삭할 때는 가공품이 한 회전하는 사이에 바이트의 이동량으로 표시한다. 형삭과 종삭에서는 공구 한 왕복당 테블의 이동량으로 표시한다.

그러므로 선삭할 때의 보내기량은 가공품이 한 회전(형삭과 종삭시에는 한 왕복)하는 사이에 바이트가 이동하는 량이다. 단위는 ㎜/r 혹은 ㎜/왕복이다.

한 회전 혹은 한 왕복당 보내기량을 S라고 하면 분당 보내기량 $S_{분}$은 다음과 같다.

$$S_{분}=S \cdot n$$

여기서 $S_{분}$ - 분당 보내기량, ㎜/min

S - 한 회전당 보내기량, ㎜/r

혹은 한 왕복당 보내기량,㎜/왕복

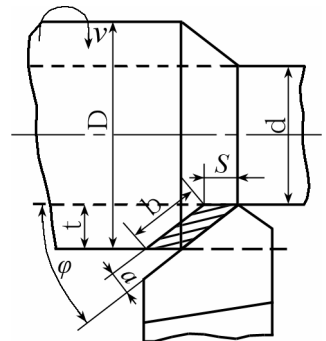
n - 분당 회전수, r/min 혹은 분당 왕복수, 왕복/min

보내기운동을 세로, 가로, 경사, 수평 및 수직보내기 등으로 줄수 있다.

- **절삭깊이**(t)

선반에서 축을 깎자면 한번에 깎아낼 량만큼 바이트를 소재(가공품)의 반경방향으로 들이밀고 축선방향으로 이동시켜야 한다. 이때 바이트를 들이민 거리 즉 깎아버릴 면과 이미 깎아낸 겉면사이의 수직거리를 **절삭깊이**라고 한다. 다시말하여 절삭깊이란 한번에 깎아내는 금속층의 두께를 말한다. (그림 4-9)

그림 4-9. 절삭요소

절삭깊이는 t로 표시한다.

외면선삭할 때 $t = \frac{D-d}{2}$

여기서 D - 가공될 겉면의 직경, ㎜

d - 가공된 겉면의 직경, ㎜

2) 절삭과정의 물리적현상

(1) 쇠밥의 형성과정

쇠를 깎을 때 쇠밥이 생기는 과정은 대패로 나무를 깎는 과정과 원리상 같다. 쇠를 깎자면 대패날과 같은 쐐기처럼 생긴 공구에 힘 F를 주어야 한다.

공구에 힘 F를 주면 쐐기의 앞면은 금속층을 누르게 된다. 이때 쇠를 깎는 힘이 금속알갱이들의 결합힘보다 크면 눌리운 금속쪼각들은 공구의 앞면을 따라 떨어진다. 만일 공구에 계속 힘을 주면 금속은 련달아 떨어져나오면서 쇠밥이 형성된다.

쇠밥의 형태는 금속재료의 종류와 절삭속도, 공구의 기하학적요소 및 기타 가공조건에 따라 기본적으로 세가지 형태로 구분된다.(그림 4-10)

그림 4-10. 쇠밥의 형태

톱날형쇠밥은 보통속도로 깎을 때 생기는데 이것은 우리가 칼을 나무에 깊숙이 박고 깎을 때를 형상해보면 이에 대하여 리해할수 있다. 톱날형쇠밥이 생기는 경우에 소성변형이 크므로 절삭저항, 진동 그리고 겉면정결도는 띠형쇠밥이 생기는 경우보다 불리하나 쇠밥처리의 견지에서는 유리하다.

띠형쇠밥은 강철과 같이 질긴 금속을 빠른 속도로 깎을 때 생기는데 이것은 우리가 예리한 칼로 연필을 살살 깎을 때 나무밥이 꼬이는 경우와 같다. 띠형쇠밥은 소성금속을 앞각이 큰(날이 예리한) 바이트로써 얇은 절삭층두께를 빠른 속도로 가공하는 경우에 생긴다.

떨어진형쇠밥은 주철과 같이 깨지기 쉬운 재료를 깎을 때 생긴다. 이때에는 깎은 면이 거칠어진다.

(2) 덧날현상

덧날은 소성금속을 절삭할 때 절삭날가까이의 바이트앞면에 달라붙는 금속층을 말한다.

삽으로 땅을 팔 때 우리는 삽날에 흙이 묻는 경우를 자주 보게 된다. 마찬가지로 소성금속을 절삭할 때 공구의 앞끝에 미세한 금속알갱이들이 쌓여 작은 금속덩어리가 생기는데 이것을 **덧날**이라고 한다.

덧날이 생기는 원인은 금속과 접촉하는 공구앞면이 리상적으로 매끈하지 못하고 거칠며 앞각이 작아 쇠밥이 공구앞면을 따라 순조롭게 흘러나가지 못하기때문이다. 따라서 쇠를 깎을 때 쇠밥과 공구앞면사이에 생기는 높은 열과 압력에 의하여 쇠밥의 일부가 굳어져 덧날로 된다.(그림 4-11)

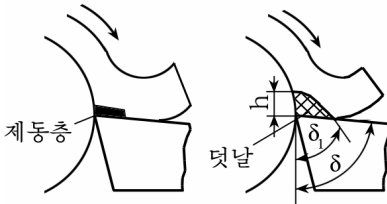



그림 4-11. 덧날의 형성과정과 덧날을 특징짓는 기하학적정수

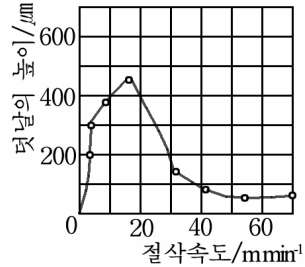



그림 4-12. 절삭속도에 따르는 덧날의 높이

덧날은 절삭과정에 점차적으로 커졌다가는 떨어져 대부분은 쇠밥과 함께, 일부는 가공된 면을 따라 흘러나간다. 그다음에는 이와 같은 과정이 계속 반복된다. 그러므로 덧날이 생기면 가공결면이 깨끗하지 못하고 거칠어진다.

덧날은 절삭속도에 많이 관계되는데 절삭속도가 10~20m/min일 때 가장 많이 생기고 70m/min이상에서는 생기지 않는다.(그림 4-12)

덧날을 없애려면 절삭속도는 크게 하고 절삭층의 두께는 작게 하며 깎을 때 공구를 자주 랭각시켜주어야 한다. 그리고 공구앞면을 연마하여 매끈하게 만들어주어야 한다.

덧날은 가공하는 금속보다 2.5~3배 굳으며 가공과정에 매우 높은 주파수로 생겼다 없어지군 한다.

(3) 가공경화현상

우리에게 마치 하나만을 주면서 10㎜이상 되는 철근을 끊으라고 하면 우선 예리한 모서리에 철근을 대고 마치로 두드린다.

그러면 두드린 자리가 짓눌리며 소성변형을 받아 그 자리가 굵기도 얇아지면서 굳어진다.

그다음 몇번 구부렸다폈다하면 그 자리가 끊어지는데 끊어진 자리를 보면 굳기가 높아졌다는것을 알수 있다. 얼핏 생각하면 굵기가 얇아져서 그 위치가 끊어졌다고 생각할수 있는데 그것이 아니라 굳어져 취성이 높아져 꺾어졌다고 보는것이 옳을것이다.

이로부터 우리는 소성변형을 받은 가공된 겉면의 물리기계적성질과 조직은 원금속과 다른데 이때 굳기가 높아졌다는것을 알수 있다. 이것을 **경화현상**이라고 한다.

금속절삭때 경화현상은 다음과 같이 설명할수 있다.(그림 4-13)

그림의 ㄱ)와 같이 공구의 절삭날은 아무리 잘 연마하여도 리상적으로 예리하지 못하고 반경 ρ인 활등을 이룬다.

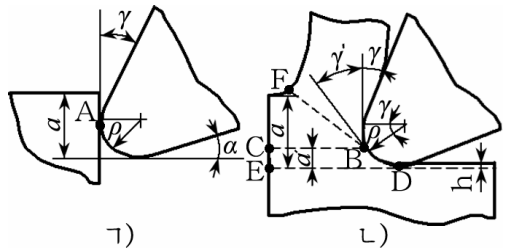
첫먹임하는 초기에 절삭날은 가공품과 점 A에서 접촉한다.

그림 4-13. 가공된 겉면의 경화

그림의 ㄴ)에서와 같이 공구가 이동하면 최대응력의 작용점은 반경 ρ인 활등과 갈라지는 면의 사귐점 B에 옮겨진다.

이리하여 두께가 $a-a'$인 절삭층만 쇠밥으로 되고 선 BC의 아래부분에 있는 두께가 a'인 절삭층은 공구에 눌리워 튐성 및 소성변형되며 금속립자들이 미세화되여 굳어진다.

공구가 통과하면 튐성회복이 일어나서 깊이가 h인 층이 살아올라오며 뒤각이 령인 뒤면부분을 만든다. 공구가 마모되는데 따라 접촉면적은 넓어지고 가공된 겉면층에서 마찰과 변형이 심해진다. 이리하여 가공된 겉면층은 보충적변형을 받는다.

우에서 고찰한 경화층은 원금속에 비하여 금속립자가 미세하기때문

에 단단하고 굳으나 소성이 적으므로 충격힘에 대한 저항이 약하다. 그리고 경화현상은 가공된 겉면에서 균일하지 못하고 흠집, 균렬 및 기타 결함을 가져오므로 가공품의 피로세기를 낮춘다.

이리하여 경화층은 다음가공에서 공구를 심하게 마모시키며 제품의 수명을 짧게 한다. 따라서 가공조건을 합리적으로 선정하여 경화현상이 될수록 적게 일어나도록 하여야 한다.

3) 공구의 마모

마찰에 의한 금속의 마모는 기계적, 물리적 및 화학적현상을 동반하는 복잡한 과정이다. 절삭과정에 공구의 앞면은 쇠밥과 쓸리고 뒤면은 가공품과 쓸리기때문에 앞면과 뒤면이 마모된다.

가공조건에 따라 공구는 여러가지 형식으로 마모된다.

절삭속도가 비교적 뜰 때에는 기본적으로 앞면과 쇠밥 그리고 뒤면과 가공품의 마찰에 의하여 마모된다. 이때 공구의 작업면들은 가공품과 쇠밥에 의하여 긁히우면서 마모된다. 이러한 마모를 **마찰마모**라고 한다.

온도가 높을 때 공구의 작업면에는 겉면층이 산화되여 산화막이 생기며 겉면활성물질과 공구재료의 화학작용에 의하여 화합물이 생긴다. 이 산화물과 화합물은 세기가 낮아 쉽게 떨어져나간다. 이러한 마모를 **화학마모**라고 한다.

온도와 압력이 높을 때 그리고 온도가 낮아도 압력만 높으면 공구의 앞면과 쇠밥사이에는 접착현상이 일어나고 그것이 분리되면서 앞면에서 금속립자가 떨어져나가 마모된다. 이러한 마모를 **접착마모**라고 한다.

온도가 높을 때(900℃이상) 마찰면들은 연화되고 거칠음이 없어져서 금속접점현상이 생긴다. 그리고 높은 온도에서 공구재료의 원자들은 가공품과 쇠밥에 확산되므로 공구작업면의 화학조성과 물리기계적성질이 변하여 내마모성(마모에 견디는 성질)이 낮아지면서 마모된다. 이러한 마모를 **확산마모**라고 한다.

이밖에 날떨어지기에 의하여서도 공구가 무딘다.

가공조건에 따라 절삭공구의 마모형태는 네가지로 구분된다.(그림 4-14)

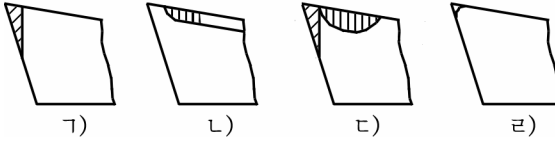



그림 4-14. 공구의 마모형태
ㄱ) 뒤면의 마모, ㄴ) 앞면의 마모,
ㄷ) 앞면과 뒤면의 동시마모, ㄹ) 절삭날이 둥글게 되는 마모

마모량이 일정한 크기에 이르면 공구가 절삭성능을 잃을뿐아니라 제품의 정밀도와 겉면정결도가 낮아지며 절삭힘과 동력이 커진다. 이런 경우에는 공구를 다시 연마하여 써야 한다.

공구가 얼마나 마모되였는가 하는것은 공구의 마모기준으로 판정하는데 그 기준은 다음과 같다.

① 가공된 겉면에 광택이 나는 줄기가 생기는 순간
② 성분힘 P_z와 P_x 그리고 동력이 급격히 커지는 순간
③ 겉면정결도가 낮아지기 시작하는 순간
④ 뒤면마모량이 일정한 크기에 이른 순간

흔히 뒤면마모량이 일정한 크기에 이른 순간을 마모기준으로 한다.

2. 기계가공정밀도

1) 호환성

기계부분품들은 개별적으로 따로따로 가공하고 마지막에 어떤 순서에 따라 조립하게 된다.

새 기계를 조립할 때 가공된 부분품들은 보충적인 가공이 없이 서로 잘 맞아야 하며 또한 마모된 부속품이나 파괴된 부분품을 새것으로 바꾸어 맞출 때에도 보충적인 가공이 없이 서로 잘 맞아야 한다.

새 기계를 조립하거나 수리할 때 어떤 보충적인 가공이 없이 사명이 같은 부분품들을 서로 바꾸어 맞출수 있는 가능성을 부분품의 **호환성**이라고 한다.

실례로 볼트와 나트, 베아링은 기본치수만 같으면 그 어떤것이든지 다 바꾸어 맞출수 있다. 이런 부분품들을 호환성이 좋은 부분품이라고 말한다.

부분품의 호환성은 기계의 생산과 관리운영에서 중요한 의의를 가진다. 부분품의 호환성이 좋아야 기계제품의 조립속도를 높여 로동생산

능률을 높일수 있고 또 기계부속품이 못쓰게 되였을 때 예비부속품을 제때에 바꾸어 맞춤으로써 기계의 리용률을 높일수 있다.

2) 공차

기계공장들에서 공작기계로 부분품을 깎을 때 공구에 작용하는 힘과 열, 공구의 마모 등으로 하여 리상적인 치수와 형태를 보장하기가 힘들다. 그러므로 부분품을 가공할 때에는 그 부분품이 자기 사명을 수행하는데 지장이 없는 범위에서 치수가 변하는것을 허용한다.

실례로 어떤 구멍에 맞추어질 직경이 60㎜인 축을 깎을 때 축의 직경이 60.1㎜보다 커지면 너무 커서 쓸수 없고 59.8㎜보다 작아지면 가늘어서 쓸수 없다고 하자. 이때 60.1㎜와 같이 가장 크게 허용하는 치수를 **최대한계치수**라고 하며 59.8㎜와 같이 가장 작게 허용하는 치수를 **최소한계치수**라고 한다.

그림 4-15. 공차
ㄱ) 축의 공차, ㄴ) 구멍의 공차

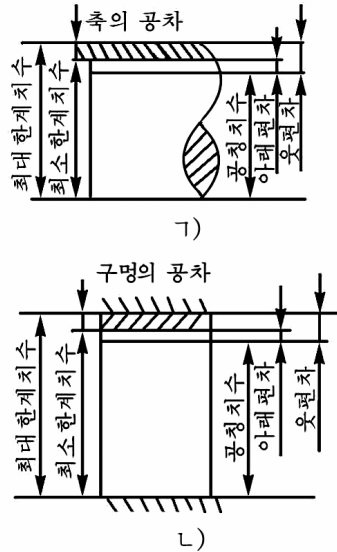
이 경우 59.8㎜보다는 크고 60.1㎜보다는 작게 깎아진 모든 축은 합격품으로 되는데 이때 매개 부분품들을 직접 재서 얻은 치수를 **실제치수**라고 한다. 그리고 최대한계치수와 최소한계치수와의 차를 **공차**라고 하는데 우의 실례에서 공차는 60.1-59.8=0.3㎜이다.

이때 60㎜와 같이 설계계산에서 골라잡은 기본치수를 **공칭치수**라고 한다.(그림 4-15)

최대한계치수와 공칭치수와의 차를 **웃한계편차**라고 하며 최소한계치수와 공칭치수와의 차를 **아래한계편차**라고 한다.

우의 실례에서 웃한계편차는 60.1-60=0.1㎜이고 아래한계편차는 59.8-60=-0.2㎜이다.

부분품을 가공할 때 공칭치수에 주어진 공차의 크기가 크면 클수록 그 치수를 보장하기 위한 가공을 쉽게 할수 있다.

웃한계편차와 아래한계편차를 간단히 웃편차 또는 아래편차로 쓰기도 한다.

3) 맞춤

축과 구멍을 맞출 때 축과 구멍의 직경의 크기에 따라 축이 구멍에서 움직이게 맞추어질수도 있고 움직이지 못하게 맞추어질수도 있다.

여기서 축과 구멍의 직경과 같이 두 부분품의 련결에 직접 참가하는 부분품의 련결특성을 규정하는 치수를 **련결치수**라고 하며 축의 길이나 구멍의 길이와 같이 련결특성에 영향을 주지 않는 치수를 **자유치수**라고 한다.

축과 구멍이 맞추어질 때 축이 구멍속에서 움직일수 있는가, 움직이지 못하는가 하는 련결특성은 련결치수인 축과 구멍의 직경치수의 차에 의하여 결정된다.

맞춤은 틈과 조임여유에 따라 여러가지로 나눈다.

틈과 조임여유가 무엇인가를 그림 4-16을 통하여 보기로 하자.

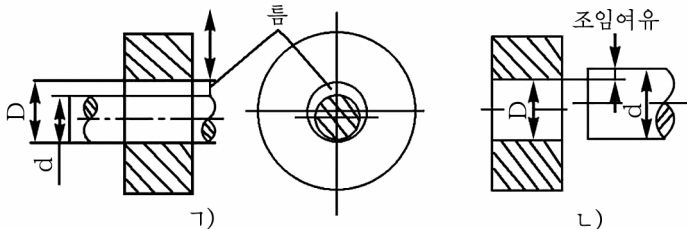



그림 4-16. 틈과 조임여유

그림의 ㄱ)와 같이 구멍의 직경이 축의 직경보다 클 때에는 축이 구멍에서 자유롭게 움직일수 있다.

이때 구멍과 축의 직경차 $S=D-d$를 **틈**이라고 한다.

그림의 ㄴ)와 같이 축의 직경이 구멍의 직경보다 크면 맞춘 다음 움직일수 없다. 이때 축과 구멍의 직경차 $H=d-D$를 **조임여유**라고 한다.

맞춤은 틈과 조임여유의 크기에 따라 틈맞춤, 조임맞춤, 사이맞춤으로 나눈다.

틈맞춤이란 부분품을 련결할 때 항상 구멍과 축사이에 틈이 생기는 맞춤을 말한다. 그러므로 이때에는 축이 구멍안에서 자유롭게 움직일수 있다. 틈맞춤은 작업과정에 서로 움직여야 할 련결, 실례로 미끄럼베아링과 축의 련결에 쓴다.

조임맞춤이란 부분품들을 련결할 때 조임여유가 생기는 맞춤을 말한다. 그러므로 이때에는 구멍의 직경이 축의 직경보다 작다.

조임맞춤은 작업과정에 움직여서는 안될 련결, 례하면 기차바퀴와 축과의 련결 등에 쓴다.

사이맞춤이란 부분품들을 련결할 때 틈이 생길수도 있고 조임여유가 생길수도 있는 맞춤을 말한다. 다시말하면 틈맞춤과 조임맞춤사이에 놓이는 맞춤이다.

사이맞춤은 축과 구멍의 축선이 정확히 맞아야 하는 경우와 키, 볼트 등을 써서 움직이지 못하게 련결할 때 련결의 세기를 더 높여주기 위하여 쓴다.

기계를 만드는데서 축과 구멍을 비롯한 련결부분품에는 그의 사명에 따라 여러가지 맞춤이 제기된다.

여기서 축과 구멍의 공차마당(공차구간)을 다 변화시켜 여러가지 맞춤을 얻는것보다는 축과 구멍가운데서 어느 하나의 공차마당은 일정하게 하고 다른 하나의 공차마당만을 변화시켜 여러가지 맞춤을 얻는것이 여러모로 유리하다.

이때 축과 구멍가운데서 어느것의 공차구간을 일정하게 하는가에 따라 구멍기준식과 축기준식으로 나눈다.

구멍기준식이란 같은 공칭치수에서 구멍의 공차구간은 일정하게 하고 축의 공차구간을 변화시켜 서로 다른 맞춤을 얻는것을 말한다.

축기준식이란 같은 공칭치수에서 축의 공차구간은 일정하게 하고 구멍의 공차구간을 변화시켜 서로 다른 맞춤을 얻는것을 말한다.

두 기준식가운데서 구멍기준식을 우선적으로 쓴다. 그것은 일반적으로 축가공이 구멍가공보다 쉽기때문이다.

4) 가공정밀도

기계가공정밀도란 실제로 가공된 부분품의 치수, 기하학적형태, 겉면들의 호상배치와 정결도가 리상적인(도면에 주어진) 부분품에 일치하는 정도를 말한다.

그 일치정도가 높을수록 정밀도는 높으며 가공오차가 작다.

(1) 치수정밀도

치수정밀도란 실제 가공된 부분품의 치수가 주어진 리상적인 부분품의 치수에 일치하는 정도를 말한다. 표기는 IT로 표시한다.

치수정밀도는 공칭치수에 대한 공차로 나타낸다.

일반적으로 같은 공칭치수에 대해서 공차가 작으면 치수정밀도가 높고 공차가 크면 치수정밀도는 낮다.

치수정밀도는 공차의 크기에 따라 18개의 급수 즉 IT01, IT0, IT1, IT2, … , IT15, IT16급으로 나눈다.

여기서 IT는 국제규격공차라는 말을 간략화하여 쓴 기호이다. 그리고 IT01급이 정밀도가 제일 높은 급이며 IT16급이 제일 낮은 급이다.

(2) 형태정밀도

실제 가공된 부분품의 겉면형태가 도면에 주어진 리상적인 부분품의 형태에 일치하는 정도를 **형태정밀도**라고 한다.

형태정밀도에는 원형도, 원통도, 평면도 등이 있다.

원형도는 원형가공품의 가로자름면의 형태가 어느 정도 둥근가를 표시한것이다. 그림 4-17에 도면에서 그의 표시법을 주었다.

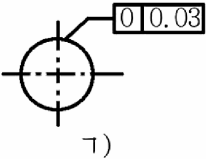
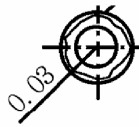
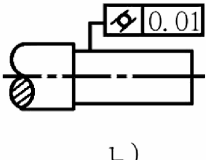
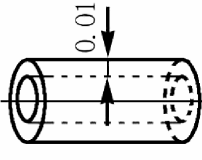
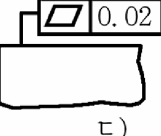
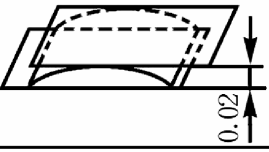



그림 4-17. 겉면의 형태정밀도를 표시하는 법

ㄱ) 원형도, ㄴ) 원통도, ㄷ) 평면도

원통도는 원통형가공품에서 원통형태에 대한 정밀도를 표시한것이며 평면도는 평면가공품에서 평면형태에 대한 정밀도를 표시한것이다.

그림에서 보는것처럼 형태정밀도는 기호와 수자를 직4각형안에 써서 표시하는데 첫칸에는 기호를, 둘째 칸에는 공차값을 써넣는다.

그림의 ㄱ)에서 0.03은 가공품의 가로자름면의 형태가 반경 0.03㎜만큼 떨어진 두 동심원사이에 놓여야 한다는것을 의미한다.

그림의 ㄴ)에서 0.01은 실제 가공한 부분품의 원통이 반경 0.01㎜만큼 떨어진 두 원통사이에 놓여야 한다는것을 의미하며 그림의 ㄷ)에서는 가공품의 평면이 서로 0.02㎜만큼 떨어진 두 평면사이에 놓여야 한다는것을 의미한다.

(3) 겉면호상배치정밀도

겉면호상배치정밀도란 실제 가공된 겉면이 도면에 주어진 리상적인 부분품의 호상배치에 얼마나 일치하는가를 보여주는 일치정도를 말한다.

여기에는 여러가지가 있는데 실례를 들면 동심도, 수직도, 평행도 등이다.

평행도는 면과 면, 면과 선, 선과 선들의 평행정도를 나타내며 수직도는 이것들사이의 수직관계, 동심도는 중심일치정도를 나타낸다. 그림 4-18에 그것들의 기호와 도면에서 그의 표시법을 주었다.

그림 4-18. 겉면호상배치와 정밀도
ㄱ) 동심도, ㄴ) 수직도

그림의 ㄱ)는 두 원통면의 중심선들의 차이가 0.2㎜인 원통안에 있어야 한다는것을 의미하는데 여기서 A는 기준면이라는것이다. 그림의 ㄴ)는 실제 가공한 수직면의 한 면이 0.2㎜인 두 면사이에 놓여야 한다는것을 의미한다.

(4) 겉면정결도

기계에서 깎은 겉면을 확대해보면 완전히 매끈하지 못하고 거칠다. 겉면정결도는 가공된 겉면의 거칠음이 어느 정도인가를 표시하는 개념이다. 표기는 Ra로 표시한다.

거칠음의 높낮이의 크기에 따라 정결도급수를 1급부터 14급으로 나누는데 1급이 제일 거칠며 14급이 제일 매끈하다.

겉면정결도가 1~3급인 겉면은 절삭공구가 지나간 자리가 뚜렷이 나타나고 4~6급인 겉면은 눈으로 볼수 있을 정도의 긁힌 자리가 나타난다. 그리고 7~9급은 눈으로 보아도 긁힌 자리가 잘 나타나지 않으

며 10~14급인 겉면은 거울같이 매끈하다.

겉면정결도가 높아야 마찰부분에서 마모가 적게 일어나고 수명도 늘일수 있으며 겉면이 매끈하여 문화성도 보장할수 있다.

부분품을 가공할 때에는 기대, 지구, 공구, 가공품이 하나의 체계를 이루는데 이 체계에는 많은 부분품들이 들어간다. 그것들은 모두 튐성변형을 하며 그 결과가 여러가지로 합쳐져 기계가공결과에 영향을 준다. 이 체계중에서 어느 하나라도 없으면 가공이 이루어질수 없다.

이와 같이 기계가공할 때에 참가하는 기대-지구-공구-가공품으로 이루어지는 튐성적인 체계를 **제작체계**라고 한다.

기계가공오차를 일으키는 원인들은 여러가지로 구분할수 있으나 그것들을 종합하면 다음과 같다.

① 가공품을 설치하는 과정에 생기는 오차

② 제작체계의 튐성변형에 의하여 생기는 오차

③ 제작체계요소들의 열변형에 의하여 생기는 오차

④ 절삭공구의 치수마모에 의하여 생기는 오차

⑤ 제작체계요소들의 기하학적정밀도에 의하여 생기는 오차

⑥ 기대의 조절과정에 생기는 오차

이밖에도 가공과정에 생기는 진동, 소재의 내부응력의 재배치 등 여러가지 원인들에 의하여 가공오차가 생길수 있다.

련습문제

1. 바이트의 구성요소에 대하여 설명하여라.
2. 쇠밥의 형태에는 어떤것들이 있는가?
3. 덧날이란 무엇이며 어떻게 형성되는가?
4. 절삭력이란 무엇이며 그것을 어떤 성분힘들로 나누는가를 설명하여라.
5. 공차란 무엇이며 왜 공차를 주는가에 대하여 설명하여라.
6. 치수정밀도, 형태정밀도, 겉면호상배치정밀도란 무엇이며 강의에서 배운것을 제외하고 그 실례를 각각 2개씩 들어보아라.

제3절. 선반에서의 가공

우리는 공작기계라고 하면 먼저 선반을 생각할것이다. 그만큼 선반으로부터 공작기계공업이 발전해온것이다.

선반은 15세기 후반기, 16세기초에 소재를 활줄로 회전시키고 바이트를 손으로 쥐고 움직이는 활선반의 출현으로부터 시작하여 1790년대에 왕복대식나사절삭반(모스레이선반)으로, 1830년대에 정면선반으로, 1840년대에 타레트선반으로, 1860년대에 타레트자동선반으로, 1950년대에 NC(수자조종)선반으로, 1970년대에 CNC(콤퓨터수자조종)선반으로 끊임없이 발전하여왔다.

그러면 선반이란 어떤 기계이며 어떤 류형들이 있는가를 보자.

선반이란 소재를 회전시키면서 직선운동하는 공구(바이트)로 회전체모양을 가진 부분품을 가공하는 절삭기계를 말한다.

선반에서는 축, 계단축, 원통, 원추, 구, 원판 및 토시와 같은 부분품을 선삭가공하며 걸면완성, 자르기, 홈치기, 끌면가공, 로레트가공, 나사치기 등의 작업을 할수 있다.

선반의 기술적특성은 기대의 최대가공직경, 면판과 심압대의 중심사이거리, 주축의 회전속도범위와 속도계단수, 보내기량의 범위, 전동기출력, 기대의 크기, 기대의 질량 등에 의하여 규정된다.

선반은 일반적으로 사명과 구조, 적용범위와 현대화정도에 따라 단능선반, 만능선반, 다인선반, 모사선반, 타레트선반, 정면선반, 타닝반, 반자동 및 자동선반, 수자조종선반 등으로 나눈다.

그리고 전문화정도에 따라 중심치기반, 캄축선반, 크랑크축선반, 차바퀴선반, 로라선반, 나사절삭반, 공구선반, 시계선반 등으로 나눈다.

이밖에 기대의 질량에 따라서 소형선반(질량 1t까지), 중형선반(10t까지), 대형선반(30t까지), 특대형선반(100t이상)으로 그리고 가공정밀도에 따라 보통선반, 정밀선반, 초정밀선반 등으로 나눌수 있다.

이처럼 선반에는 종류가 많은것만큼 그 구조도 다양하다. 그러나 모든 선반들은 일반적으로 베트, 주축함, 심압대, 왕복대, 인물대, 앞치마, 보내기나사축, 보내기축, 보내기함, 교환치차함 등으로 되여있으며 그 작용원리와 조작법도 서로 비슷하다.

이 절에서는 수많은 선반들중에서 만능선반, 타레트선반, 타닝반의 구조와 작용원리, 가공에 대하여서만 취급한다.

1. 만능선반에서의 가공

1) 만능선반의 사명과 운동학적구성

(1) 사명

만능선반이란 한 기대에서 축, 구멍, 총형(모양), 나사, 치차 등 모든 형태의 부분품을 가공할수 있게 만들어진 선반을 말한다.

만능선반에서는 가공품의 외면과 내면선삭, 원추면, 끝면 및 총형면의 선삭가공, 드릴, 젠겔 및 리마에 의한 구멍가공 그리고 걸나사와 속나사치기, 압착가공을 비롯한 여러가지 가공을 할수 있다.

그림 4-19에 만능선반에서 가공할수 있는 여러가지 가공형태를 주었다.

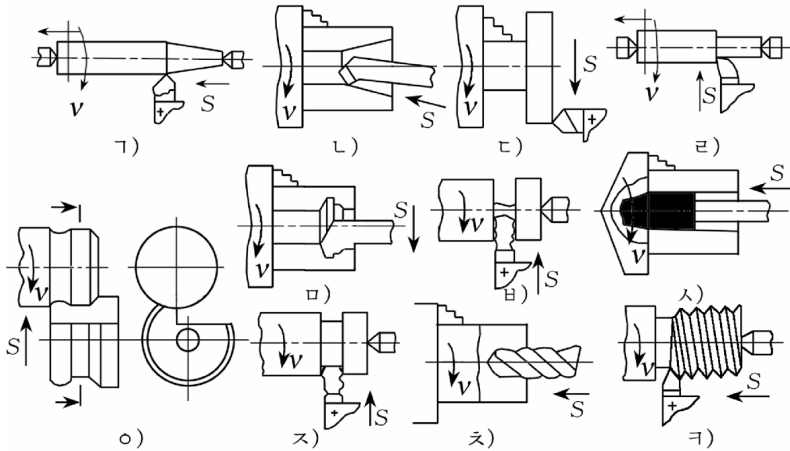



그림 4-19. 만능선반에서의 가공형태

ㄱ) 외부원추면가공, ㄴ) 내부원추면가공, ㄷ) 끝면가공,
ㄹ) 계단원통면가공, ㅁ) 총형바이트에 의한 가공, ㅂ) 내부고리홈가공,
ㅅ) 외부고리홈가공, ㅇ) 절단가공, ㅈ) 드릴에 의한 구멍가공,
ㅊ) 리마에 의한 구멍가공, ㅋ) 걸나사가공

만능선반에서는 거친, 반정결 및 정결가공을 진행하는데 정결가공에서 보통 IT7~IT9급의 치수정밀도와 Ra1.6~0.8㎛의 겉면정결도를 얻을수 있다.

(2) 운동학적구성

만능선반의 운동학적구성은 주운동련쇄와 보내기운동련쇄로 이루어지며 주운동련쇄안에는 속도함 $i_{속}$, 보내기운동련쇄에는 보내기함 $i_{보}$가 배치된다.(그림 4-20)

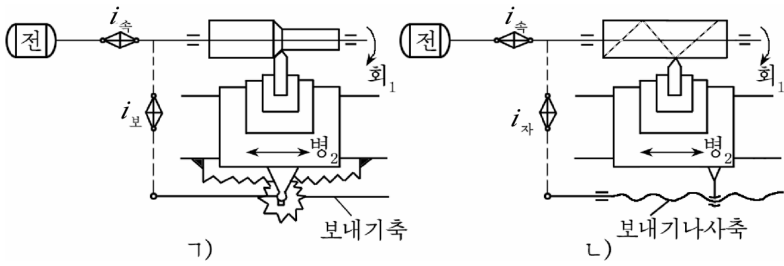



그림 4-20. 만능선반에서 원통면을 칠 때(ㄱ)와 나사를 칠 때(ㄴ)의 운동학적구성

속도함 $i_{속}$의 사명은 주어진 절삭속도를 보장하기 위한 주축의 회전수를 조절하는것이다.

보내기함 $i_{보}$의 사명은 원통겉면을 가공할 때에는 주로 보내기량을 보장하는것이며 나사를 가공할 때에는 나사의 기본기하학적정수인 피치를 보장하는것이다.

원통면을 가공할 때 보내기속도수렬은 등비수렬로 되여야 하며 나사의 피치수렬은 불규칙수렬로 되여야 한다.

만능선반은 서로 다른 이 두가지수렬을 다 보장할수 있게 되여있는데 나사절삭련쇄를 기본으로 보내기운동련쇄를 형성하였다.

따라서 보내기운동련쇄에는 피치수렬기구, 배가기구, 교환치차기구, 역동기구, 피치확대기구, 중간전동기구 등이 포함되여있다.

나사를 칠 때에 자리길정수를 조절하는 자리길조절기관 $i_{자}$는 확대기구, 역동기구, 교환치차기구, 배가기구, 피치수렬기구 및 중간전동기구로 이루어진다.

그림 4-21에는 자리길조절기관 $i_{자}$를 요소기구들로 분해한것을 주었다.

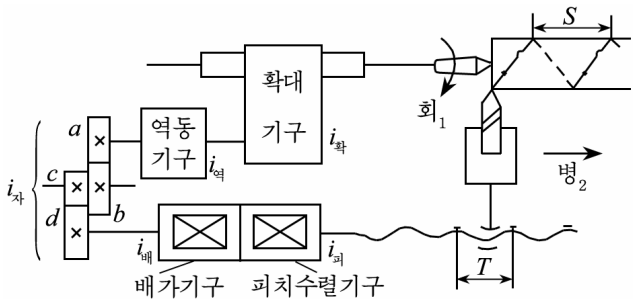



그림 4-21. 만능선반의 나사치기련쇄구성도

여기서 피치수렬기구와 배가기구, 중간전동기구는 보내기함안에 설치되여있고 그밖의 기구는 보내기함과 분리되여 설치되여있다.

피치수렬기구로서는 흔히 계단치차기구, 2축수정치차기구 등이 쓰이며 배가기구로서는 미끄럼치차기구, 미끄럼키기구 등이 쓰인다.

교환치차기구는 규격화되지 않았거나 설계에서 예견하지 않은 나사를 칠 때 쓰며 가공하는 나사의 종류가 달라질 때 쓰인다.

피치확대기구는 피치가 규격나사보다 큰 겹나사 또는 웜가공을 위해서 쓰인다.

역동기구는 주축의 회전방향은 변하지 않고 공구의 보내기방향만을 바꿀 때 즉 오른나사와 왼나사를 칠 때 쓰인다.

타래트선반에서는 나사치기를 답브 또는 다이스나 특수한 지구에 의하여 실현되며 보내기함은 속도조절만 하게 되였다.

2) 만능선반의 운동계통도(그림 4-22)

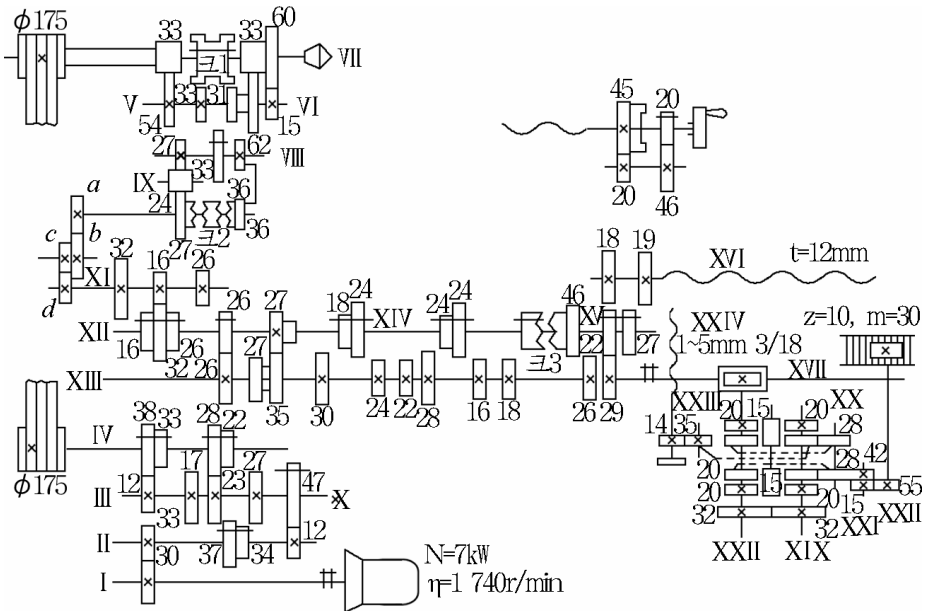



그림 4-22. 《구성-3호》 만능선반의 운동계통도

주운동련쇄- 주축의 회전운동은 주전동기로부터 속도함, 주축함의 전동장치를 거쳐 전달된다. 그러므로 주운동련쇄식은 다음과 같다.

$$n_{전} i_{속} \cdot \frac{\phi 175}{\phi 175} i_{주} = n_{주}$$

여기서 $n_{전}$- 전동기의 분당 회전수, r/min

$i_{속}$, $i_{주}$- 속도함과 주축함의 전동비

$n_{주}$- 주축의 분당 회전수, r/min

운동계통도에서 보는바와 같이 주축의 변속단수는 3×4×2=24계단이지만 3개의 속도단이 중복되여 실제변속단수는 24-3=21계단이다.

나사치기련쇄- 일반적으로 확대기구, 역동기구, 교환치차기구, 배가기구, 피치수렬기구 및 중간전동기구들로 이루어져있다. 그러므로 나사치기련쇄의 전동비균형식은 소재(주축)가 한바퀴 돌 때 바이트(왕복대)가 세로방향으로 피치 S만큼 이동하여야 한다는 조건으로부터 다음과 같다.

$$S=1\cdot i_{확}\cdot i_{역}\cdot i_{교}\cdot i_{배}\cdot i_{피}\cdot i_{중}\cdot t$$

여기서 1- 주축의 회전수

S- 가공되는 나사피치, ㎜

t- 선반의 보내기나사피치, ㎜

나사치기련쇄에서 주축 Ⅶ과 축 Ⅷ사이의 련쇄는 확대기구련쇄로서 그 전동비 $i_{확}$은 다음과 같다.

$$\frac{60}{15}\cdot\frac{33}{33}=4,\quad \frac{33}{62}\cdot\frac{31}{33}=\frac{1}{2},\quad \frac{27}{54}\cdot\frac{15}{60}\cdot\frac{33}{62}\cdot\frac{31}{33}=\frac{1}{16}$$

계통도에서 축 Ⅷ과 Ⅹ사이의 운동련쇄는 역동기구련쇄인데 그 전동비 $i_{역}$은 크라치 크2가 오른쪽으로 이동하면 36/36=1, 왼쪽으로 이동하면 27/24·24/27=1로 된다.

계통도에서 a/b, c/d는 교환치차의 전동비를 표시하는데 메터나사와 인치나사를 칠 때 다음과 같다.

$$i_{교}=\frac{a}{b}\cdot\frac{c}{d}=\frac{25}{60}\cdot\frac{60}{75}$$

모쥴나사와 직경피치나사를 칠 때

$$i_{교}=\frac{a}{b}\cdot\frac{c}{d}=\frac{40}{48}\cdot\frac{71}{113}$$

계통도에서 축 ⅩⅠ과 ⅩⅡ사이의 련쇄는 배가기구련쇄로서 그 전동비 $i_{배}$는 다음과 같다.

$$\frac{16}{30}=\frac{1}{2},\quad \frac{26}{26}=1,\quad \frac{32}{16}=2$$

계통도에서 축 Ⅳ와 ⅩⅢ사이의 련쇄는 피치수렬기구에 해당하는데 그 전동비 $i_{피}$는 메터나사와 모쥴나사를 칠 때 다음과 같다.

$$\frac{30}{18},\ \frac{24}{24},\ \frac{22}{24},\ \frac{28}{24},\ \frac{16}{24},\ \frac{18}{24}$$

인치나사와 직경피치나사를 칠 때에는 이것들의 거꿀수로 된다.

계통도에서 중간전동비 $i_{중}$은 메터나사와 모쥴나사를 칠 때 다음과 같다.

$$\frac{26}{26},\ \frac{27}{18}$$

인치나사와 직경피치나사를 칠 때에는

$$\frac{26}{27},\ \frac{35}{27},\ \frac{26}{46},\ \frac{27}{18}$$

보내기운동련쇄- 선삭하는 경우에 보내기운동련쇄는 나사치기련쇄와 공통으로 쓰이지만 종동토막이 보내기나사인것이 아니라 세로보내기일 때에는 라크-치차이고 가로보내기일 때에는 가로보내기나사축XXIV이다. 이 련쇄에서 앞치마는 가로 및 세로보내기와 그의 방향을 바꾸어주는 역할을 한다.

3) 만능선반의 구조와 작용원리

(1) 구 조

만능선반은 크게 베트, 속도함, 주축함, 보내기함, 앞치마, 왕복대, 인물대, 심압대, 여러가지 조종손잡이들로 이루어져있다.(그림 4-23)

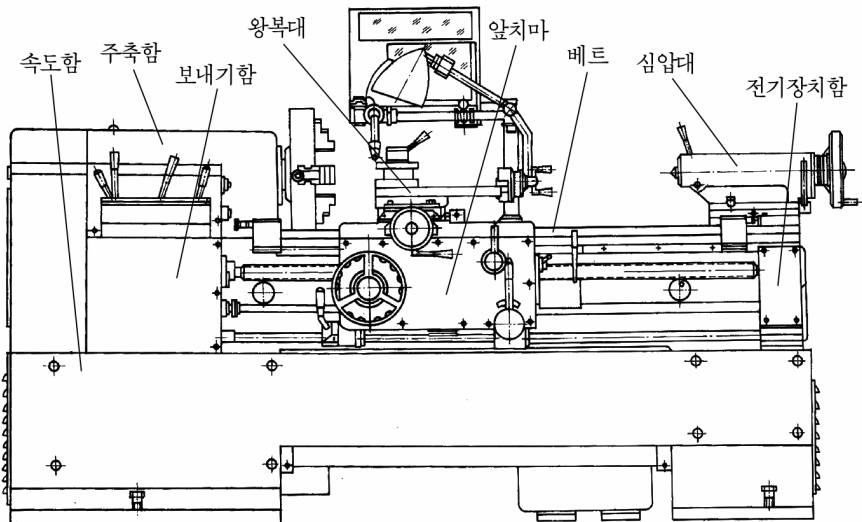



그림 4-23. 《구성-3》호만능선반의 외형

- 베 트

베트는 선반의 기본매듭들이 설치되는 기대의 기본본체부분이다.

베트는 안내면과 다리로 되여있으며 베트의 안내면을 따라 왕복대와 심압대가 움직인다. 이것들의 운동은 가공품의 질에 직접적영향을 준다.

- 속도함

속도함은 주축의 회전운동을 보장하며 그의 회전속도와 회전방향을 바꾸어주는 역할을 하며 자동차의 변속장치와 같이 여러가지 치차들로 구성되여있다.

- 주축함

주축함은 주축매듭이 설치되여있는 함이다. 주축함에서 주축은 2~3개의 지점에 의하여 지지된다. 주축함에는 보내기운동련쇄의 피치확대기구와 역동기구가 설치되여있다.

- 보내기함

보내기함은 주축에서 전달되는 회전운동을 넘겨받아 왕복대를 움직여 부분품을 가공할수 있게 한다. 보내기함에서도 주축함에서와 같이 여러가지 치차들로 구성된 변속기구에 의하여 속도를 바꾼다.

- 왕복대(그림 4-24)

왕복대는 베트우에서 세로방향으로 움직일수 있게 아래썰매, 웃썰매, 회전판, 인물대, 중간썰매 등으로 이루어져있다.

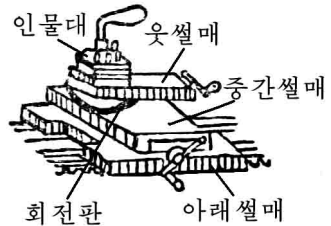
아래썰매는 왕복대의 모든 부분이 놓이는 부분으로서 앞치마에 고정되여 베트의 안내면을 따라 세로보내기를 왕복대에 전달하는 왕복대의 기본부분이다.

그림 4-24. 왕복대의 구조

중간썰매는 아래썰매의 웃면에 있는 안내면을 따라 움직이면서 인물대에 고정된 공구에 가로보내기를 전달한다.

회전판은 중간썰매의 웃면에 있는 안내면에 고정되여있으면서 일정한 각만큼 회전할수 있게 되여있다.

웃썰매는 회전판우에 있는 안내면을 따라 움직일수 있게 되여있는데 원추면을 깎는데 리용한다.

인물대는 왕복대의 웃썰매에 고정되여있는데 공구(바이트)를 설치하기 위한것이다.

- **앞치마**

앞치마는 왕복대에 고정되여있으면서 보내기축 혹은 보내기나사로부터 운동을 전달받아 왕복대를 움직이는 역할을 한다.

- **심압대**(그림 4-25)

심압대는 긴 가공품을 가공할 때 그의 한끝을 받들어주며 드릴, 젠겔, 리마 등의 공구를 맞추어 구멍을 뚫거나 원추면을 가공할 때 리용한다.

그림에서 보는바와 같이 심압대는 본체, 손잡이, 조임손잡이, 심압대축, 나트와 나사로 이루어져있다.

그림 4-25. 심압대의 구조

손잡이를 돌리면 나사는 제자리에서 회전만 하고 나트와 련결된 심압대축이 움직인다.

심압대를 필요한 길이만큼 이동시키고 조임손잡이를 조이면 심압대축은 본체에 고정된다.

심압대는 베트의 안내면을 따라 이동할수 있게 되여있으며 임의의 안내면에 고정할수 있게 되여있다.

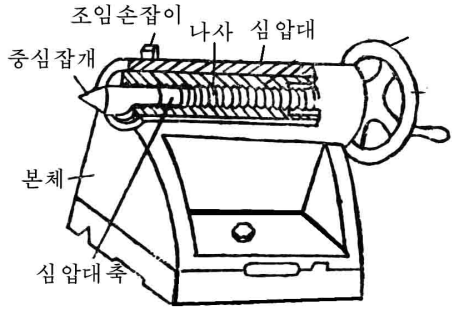
또한 본체를 안내면에 수직인 방향으로 움직여 길이가 긴 원추면을 가공할수 있게 되여있다.

(2) 작용원리

그림 4-26에 만능선반의 작용원리를 주었다.

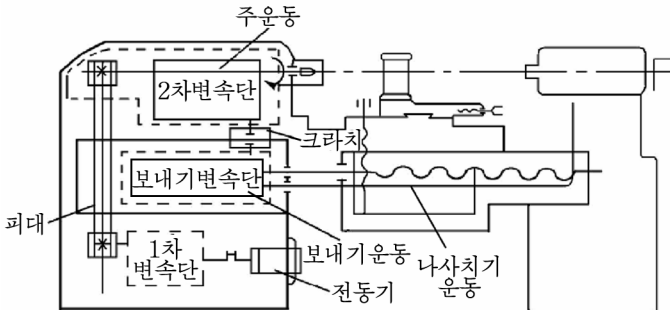



그림 4-26. 만능선반의 작용원리도

그림에서 보는바와 같이 만능선반에서의 기본운동은 주운동과 보내기운동, 나사치기운동으로 나누어진다.

만능선반에서의 주운동은 전동기의 회전운동을 주축에 전달하는 운동으로서 피대를 거쳐 여러가지 변속기구들이 들어있는 주축함에서 진행된다.

전동기가 돌아가면 회전운동은 1차변속단, 피대바퀴를 거쳐 2차변속단에 전달된다. 2차변속단에서는 여러 변속기구들에 의하여 여러가지 속도로 변한다. 이렇게 변화된 회전수가 주축에 전달된다.

주축함에서의 회전수는 회전수속도조종손잡이로 조절한다.

보내기운동도 주축의 회전운동에서와 같이 여러 변속단을 거쳐 진행된다.

(3) 조종손잡이들의 역할

만능선반에는 그림 4-27에서 보는바와 같이 각이한 사명을 가진 여러개의 조종손잡이들이 있다.

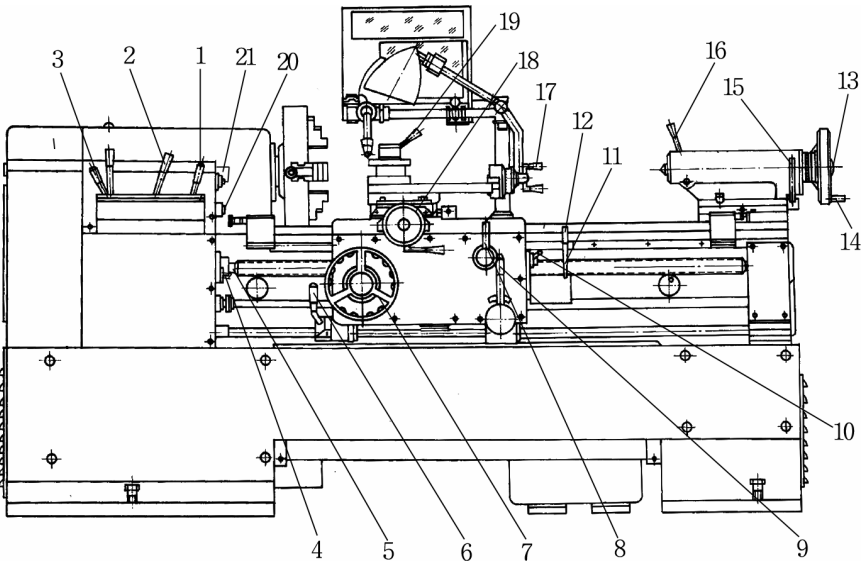



그림 4-27. 만능선반의 조종손잡이들

주축의 회전수속도변속손잡이(1)- 주축함에서 전달되는 회전수를 바꾸기 위한것인데 손잡이를 1:1 위치에 놓으면 회전수가 그대로 주축에 전달되고 1:8 위치에 놓으면 1/8로 떨어진다.

피치수렬기구변속손잡이(2)- 나사의 피치수렬로 기대를 조종하기

위한것인데 손잡이를 6개의 위치로 조종하면서 피치수렬을 바꾸게 되여있다.

피치수렬이란 나사산과 나사산사이의 직선거리를 여러 수값으로 규정해놓은 수들의 모임을 말한다.

피치수렬을 조종한다는것은 나사산들의 거리를 넓히거나 좁혀 요구되는 나사를 치기 위한 조종을 진행한다는것을 의미한다.

피치확대손잡이(3)- 가공하려는 나사의 피치가 보통나사의 피치보다 훨씬 큰 여러겹나사나 웜을 깎을 때 피치를 확대하여 가공하기 위한것인데 손잡이를 1:1 위치로부터 8:1의 위치로 바꾸면 피치가 8배로 확대된다.

19산/1″나사를 치기 위한 손잡이(4)- 이 손잡이는 1″안에 19개의 나사산이 들어있는 인치나사를 치기 위한 손잡이이다. 여기서 1″(1inch)란 25.4㎜를 단위로 하는 길이단위이다.

이 손잡이로 19산/1″나사를 치려면 손잡이를 시계바늘이 돌아가는 방향과 반대방향으로 돌리면 된다.

메터나사와 인치나사를 치기 위한 손잡이(5)- 메터나사와 인치나사를 치기 위한 손잡이인데 손잡이를 뽑으면 인치나사치기로 조종되고 손잡이를 돌리면 메터나사치기로 조종된다.

보내기나사를 정회전 또는 역회전시키기 위한 손잡이(6)- 나사를 칠 때 보내기나사의 회전방향을 바꾸기 위한것인데 손잡이를 내리면 보내기나사축이 정회전하고 올리면 역회전한다.

보내기나사축이 정회전할 때 앞치마를 련결하면 왕복대가 주축쪽으로 이동하고 역회전할 때 앞치마를 련결하면 심압대쪽으로 이동한다.

수동세로보내기손잡이(7)- 세로보내기를 주기 위한것인데 손잡이를 시계바늘이 도는 방향으로 돌리면 왕복대가 심압대쪽으로 이동하고 반대방향으로 돌리면 주축쪽으로 이동한다.

보내기3단변속 및 주축의 회전속도변속손잡이(8)- 보내기량을 3단으로, 주축의 회전속도를 12단으로 바꾸기 위한 손잡이인데 손잡이를 당겨서 돌리면 주축의 회전수가 바뀌고 밀어서 돌리면 보내기량이 바뀌여진다.

앞치마를 보내기나사에 련결하기 위한 손잡이(9)- 앞치마를 보내기나사에 련결하기 위한것으로서 손잡이를 시계바늘이 도는 방향으로 돌리면 련결되고 반대로 돌리면 차단된다.

주축의 회전방향바꾸기 및 제동손잡이(10)- 주축의 회전방향을 바꾸거나 제동하기 위한것으로 손잡이를 아래로 내리면 주축이 정회전하고 올리면 역회전한다. 제동하기 위해서는 손잡이를 시계바늘이 도는 방향과 반대방향으로 돌리고 멈추기 위해서는 가운데 위치에 놓는다.

세로자동 및 가로보내기손잡이(11)- 세로 및 가로보내기를 자동으로 주기 위한것인데 보내기방향으로 움직여놓는 방법으로 조종한다.

고속보내기전동단추(12)- 세로 및 가로보내기를 고속으로 주기 위한것인데 손잡이 11을 보내기방향으로 움직여놓고 단추를 누르는 방법으로 조종한다.

심압대축보내기속도변속손잡이(13)- 심압대축보내기속도를 1:1, 1:5로 바꾸기 위한것인데 손잡이를 빼면 1:5로 바뀌고 밀면 1:1로 된다.

심압대축보내기손잡이(14)- 심압대축을 보내기 위한것인데 손잡이를 시계바늘이 돌아가는 방향과 반대방향으로 돌리면 심압대축이 나가고 같은 방향으로 돌리면 들어간다.

심압대고정손잡이(15)- 심압대를 베트에 고정시키기 위한것인데 손잡이를 시계바늘이 돌아가는 방향과 반대방향으로 돌리면 고정되고 반대로 돌리면 풀린다.

심압대축고정손잡이(16)- 심압대축을 일정한 위치에 고정시키기 위한것인데 시계바늘이 돌아가는 방향과 반대방향으로 돌리면 고정되고 반대로 돌리면 풀린다.

웃썰매수동보내기손잡이(17)- 웃썰매에 보내기를 주기 위한것인데 손잡이를 시계바늘이 도는 방향과 반대방향으로 돌리면 주축쪽으로 보내기가 진행되고 반대로 돌리면 심압대쪽으로 보내기가 진행된다.

인물대수동가로보내기손잡이(18)- 수동가로보내기를 주기 위한것인데 손잡이를 시계바늘과 반대방향으로 돌리면 바이트가 들어오고 같은 방향으로 돌리면 앞으로 나간다. 이 손잡이에서 한 눈금의 값은 0.05㎜이다.

인물대고정손잡이(19)- 인물대와 바이트를 고정하기 위한것이다.

순간시동 및 제동전기단추(20)- 순간적으로 주축을 회전시키거나 제동하기 위한것인데 단추를 순간적으로 누르는 방법으로 조종한다.

전원차단 및 련결손잡이(21)- 전동기를 멈추거나 제동시키기 위한 손잡이인데 손잡이를 시계바늘이 도는 방향과 반대방향으로 돌리면 전동기에 전원이 련결되고 같은 방향으로 돌리면 차단된다.

참고자료 **《구성-3》호만능선반의 구조상특징**

《구성-3》호만능선반은 회전수가 3 200r/min인 고속정밀선반인데 성능이 좋다. 《구성-3》호선반은 전형적인 만능선반이면서도 다음과 같은 특징을 가지고있다.

① 주축의 분당 회전수가 매우 넓은 범위에서 조절되며 주축의 최대회전수는 3 300r/min이다.

② 속도함을 주축함과 분리시켜놓음으로써 주축이 진동과 열의 영향을 적게 받는다.

③ 조종체계를 집중시킴으로써 조종의 편리성을 보장한다. 즉

ㄱ) 조종용손잡이들을 집중적으로 배치하였다.

ㄴ) 기대공이 자주 리용하는 변속손잡이는 앞치마에 배치하였다.

ㄷ) 빠른보내기용조종단추를 보내기조종손잡이끝에 배치함으로써 작업의 신속성을 보장한다.

④ 피치가 작은(10mm이하) 나사와 표준나사를 치는 경우에 주축의 회전방향을 바꾸지 않고 보내기나사축의 회전방향만 바꾼다.

⑤ 왕복대는 유압본따기장치를 비롯한 여러가지 장비들을 설치할수 있게 되였다.

⑥ 심압대를 베트에 고정시키거나 해체하는것이 쉬우며 심압축의 세로방향보내기를 1:1 또는 1:5로 조절할수 있다. 특히 이것은 직경이 큰 드릴로 구멍을 뚫을 때 심압축손잡이에 걸리는 힘을 1/5로 줄일수 있게 한다.

⑦ 주전동기의 기동전류를 제한할뿐아니라 짐이 작게 걸리는 경우에 전기를 절약하기 위하여 별형결선과 3각형결선을 배합한 전기회로를 리용한다.

4) 공구 및 지구

(1) 공 구

우리는 연필이나 사과를 깎을 때 칼을 쓴다.

칼을 보면 연필이나 사과보다 상대적으로 굳고 세다는것을 알수 있다. 뿐만아니라 예리한 날에 의하여 깎아진다는것을 알수 있다.

이와 마찬가지로 금속을 깎아내는 공구도 깎아지는 금속에 비하여 상대적으로 굳고 세야 하며 날도 예리하여야 한다.

선반에서 금속을 깎아내는 공구를 바이트라고 하는데 깎는 면의 형태에 따라 여러가지로 만든다.

바이트의 구조는 이미 앞에서 본것처럼 쇠를 깎는 작업부분과 선반에 고정하기 위한 자루로 되여있다.

작업부분은 앞면, 뒤면, 날 및 끝으로 되여있다.

앞면은 쇠밥이 밀려나가는 걸면이며 뒤면은 가공품쪽으로 향한 걸면인데 기본뒤면과 보조뒤면으로 나눈다.

날은 앞면과 뒤면이 사귀여 생긴 모서리인데 기본날과 보조날로 나눈다. 이 기본날에 의하여 쇠가 깎인다.

끝은 기본날과 보조날이 사귄 부분인데 뾰족한것도 있고 둥근것도 있다.

바이트는 작업특성에 따라 통과바이트, 측면바이트, 절단바이트, 내면바이트, 나사바이트로 나눈다.(그림 4-28)

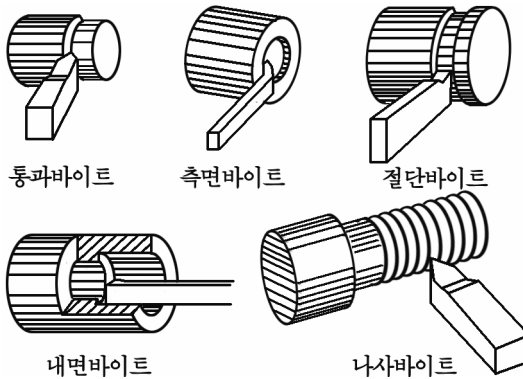



그림 4-28. 바이트의 종류

통과바이트- 세로보내기를 주면서 원통걸면을 깎기 위한것이다.

측면바이트- 끌면과 계단진 측면을 깎기 위한것이다.

절단바이트- 소재를 자르거나 좁은 홈을 깎기 위한것이다.

내면바이트- 구멍을 뚫거나 다듬기 위한것이다.

나사바이트- 나사를 치기 위한것이다.

바이트는 작업부분의 재료에 따라 고속도강바이트, 경질합금바이트

등으로 나누며 제작방법에 따라 통짜바이트, 땜바이트, 조립바이트로 나눈다.

(2) 지 구

지구는 기대에 소재나 공구를 빠른 시간에 설치하기 위하여 쓴다.

만능선반에서 쓰이는 지구에는 물개, 중심잡개, 유도면판, 유도걸개, 방진대 등이 있다.

- 물 개

물개란 소재를 물어서 고정하기 위한 지구이다.

물개에는 소재를 무는 이발이 3개인 세이발물개와 4개인 네이발물개가 있다.

● 세이발물개

세이발물개는 본체, 이발, 원판, 원추치차 등으로 되여있다.(그림 4-29의 ㄱ)

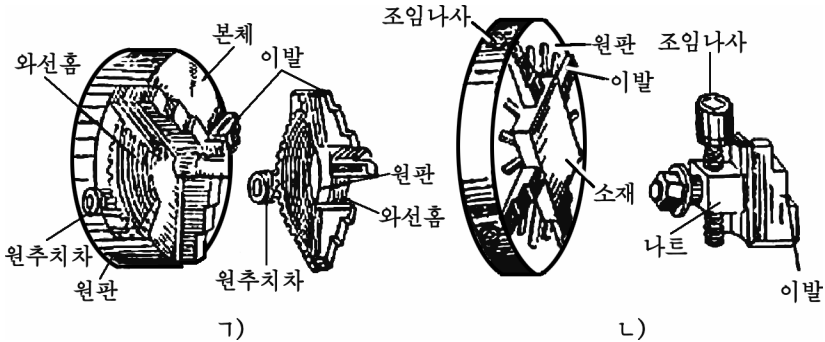



그림 4-29. 물개

ㄱ) 세이발물개, ㄴ) 네이발물개

원판옆에 있는 원추치차를 손으로 돌리면 와선홈에 설치된 이발이 반경방향으로 움직이면서 소재를 조이거나 풀어준다.

세이발물개는 원통모양의 대칭소재들을 고정하는데 쓴다. 세이발물개는 3개의 이발이 동시에 움직이기때문에 비대칭소재를 고정하기는 힘들다.

● 네이발물개

네이발물개는 4개의 이발과 원판으로 되여있다.(그림 4-29의 ㄴ)

조임나사를 돌리면 이발들이 개별적으로 움직이면서 소재를 조

이거나 풀어준다. 네이발물개로는 원통소재는 물론 비대칭소재도 물릴수 있다.

이 물개의 결함은 주축의 회전중심과 소재의 회전중심을 맞추기 힘든것이다.

- 중심잡개

중심잡개는 긴 축을 가공할 때 두끝을 받들어주기 위하여 쓴다.

또한 한쪽 끝은 물개에 물리고 다른쪽 끝만 받들어주기 위해서도 쓴다.

중심잡개에는 보통중심잡개, 따낸중심잡개, 회전중심잡개가 있다.(그림 4-30)

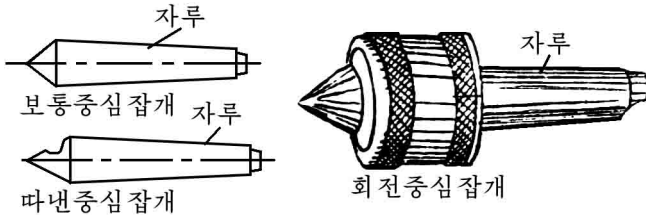



그림 4-30. 중심잡개

선반에서 흔히 쓰이는것은 보통중심잡개이다.

그러나 중심잡개에 설치된 소재의 중심을 가공할 때 바이트의 작업에 중심잡개가 방해되는 경우에는 따낸중심잡개를 쓴다.

회전중심잡개는 소재가 빠른 속도로 돌아갈 때 마찰을 작게 하기 위하여 쓴다.

- 유도면판과 유도걸개

유도면판과 유도걸개는 량쪽중심잡개에 설치된 소재에 회전운동을 주기 위하여 쓴다.(그림 4-31)

이것들을 리용할 때 주축의 회전운동이 소재에 전달되는 과정은 다음과 같다.

주축→유도면판→유도걸개→소재

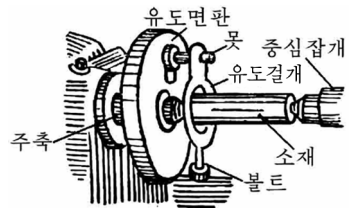



그림 4-31. 유도면판과 유도걸개

- 방진대

방진대는 직경에 비하여 길이가 긴 축을 깎을 때 소재가 휘는것을 막기 위하여 쓴다.

방진대에는 이동방진대와 고정방진대가 있다.(그림 4-32)

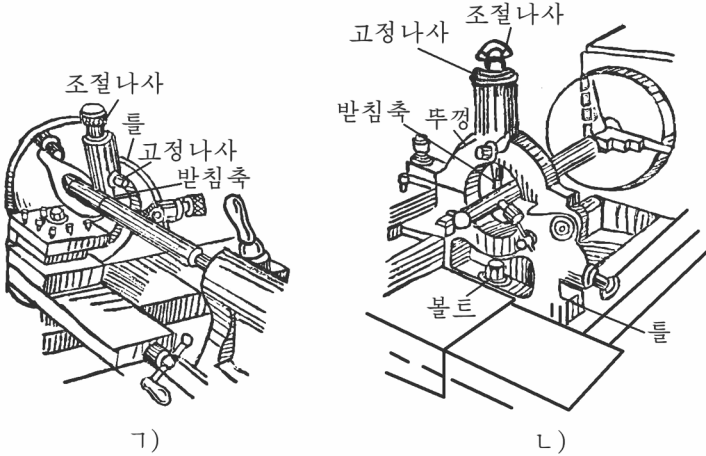



그림 4-32. 방진대
ㄱ) 고정방진대, ㄴ) 이동방진대

5) 가공품의 설치 및 바이트의 설치

(1) 가공품의 설치

선반에서 가공품은 물개 또는 중심잡개로 든든히 고정하여야 한다.(소재의 길이, 직경에 의하여 물개나 중심잡개를 선정)

선반에서 가공품은 그의 직경에 대한 길이의 비에 따라 다음과 같이 설치한다.

① $\frac{L}{D} \leq 4$인 경우에는 가공품의 한쪽 끝을 물개에 설치한다.

② $12 \geq \frac{L}{D} \geq 4$인 경우에는 량중심에 설치한다.

③ $\frac{L}{D} \geq 12$인 경우에는 량중심에 설치하고 방진대로 중간부분을 받들어준다.

④ 무거운 대형축은 물개의 중심에 설치하며 필요에 따라 방진대를 리용한다.

선반에 부분품을 설치하기 위하여 중심, 물개, 방진대 및 심봉과 같은 지구를 리용한다.

- 중심에 의한 설치

중심에 의한 설치를 하는 경우에는 먼저 소재에 중심홈을 가공하여야 한다. 중심홈은 앞으로 그것이 설치기준으로 되기때문에 정밀하게 가공하여야 한다.

중심홈의 종류에는 보통중심홈, 2중중심홈, 나사를 친 중심홈 등이 있다.(그림 4-33)

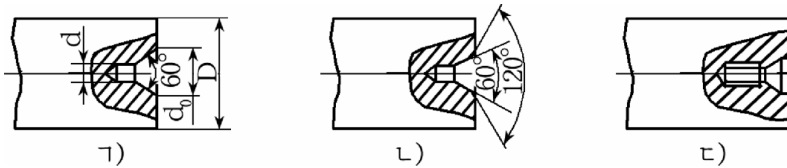



그림 4-33. 중심홈의 형태
ㄱ) 보통중심홈, ㄴ) 2중중심홈, ㄷ) 나사를 친 중심홈

2중중심홈에서 120°의 원추면은 우연적으로 가공품의 끌면이 손상될 때 60°인 중심홈을 보호하며 또한 따낸중심을 리용하지 않고서도 가공품의 끌면을 깎을수 있게 한다. 나사를 친 중심홈은 가공된 부분품을 운반할 때 중심홈이 손상되지 않도록 마개를 틀어막기 위한 것이다.

중심홈의 가공방법은 계렬성에 따라 다르다.

소계렬 또는 개별생산조건에서와 중심홈이 비교적 큰 경우에는 드릴과 원추젠겔(그림 4-34의 ㄱ)로 선반 혹은 볼반에서 가공하며 계렬성이 높으면 중심홈드릴(그림 4-34의 ㄴ, ㄷ)로 만능중심홈가공반에서 가공한다.

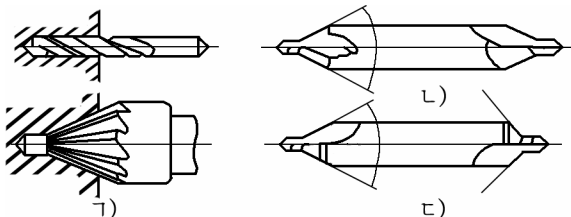



그림 4-34. 중심홈가공용공구

다음으로 중심에 대하여 보자.

중심의 종류에는 보통중심, 따낸중심, 회전중심, 역중심 등이 있다.(그림 4-35)

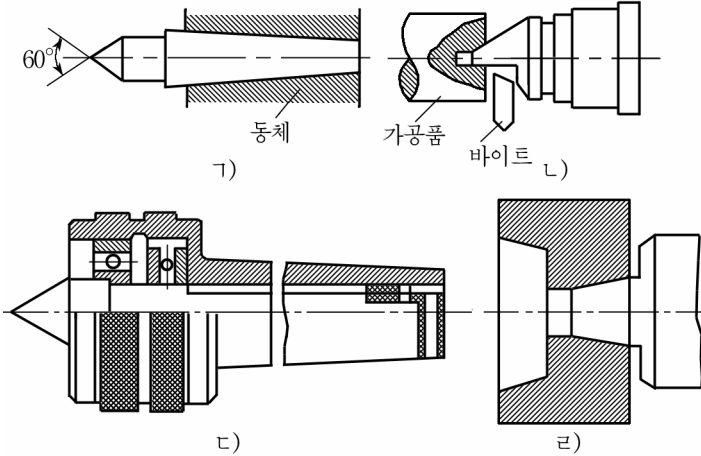



그림 4-35. 중심의 종류
ㄱ) 보통중심, ㄴ) 따낸중심, ㄷ) 회전중심, ㄹ) 역중심

따낸중심에 축을 설치하였을 때에는 그의 끝면까지 깎을수 있다. 역중심은 그의 내부원추면으로 축을 설치한다.

량중심에 의한 가공품을 설치할 때에는 그림 4-36과 같이 주축의 틀음모멘트를 전달하기 위한 지구로서 유도원판과 유도걸개를 리용한다.

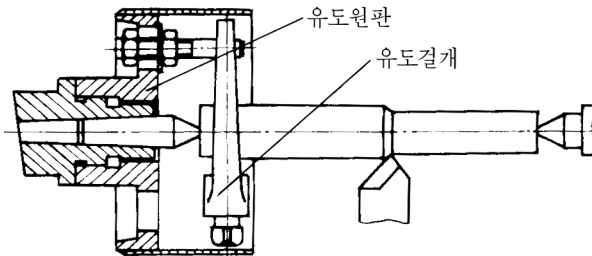



그림 4-36. 축을 량중심에 설치한 경우

유도걸개에는 크게 세가지 종류가 있다. 즉 팔이 곧은것, 팔이 굽은것, 팔이 짜개진것이 있다.(그림 4-37)

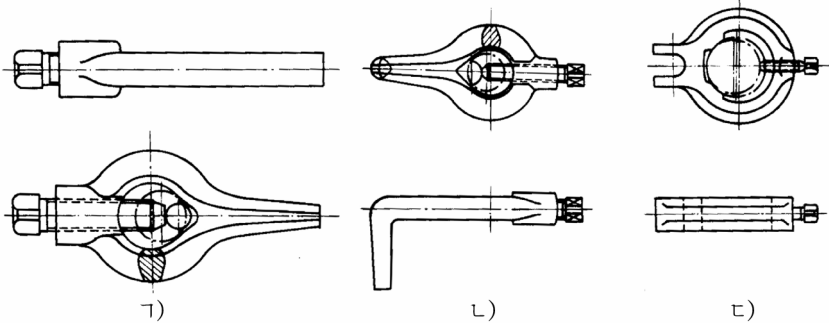



그림 4-37. 유도걸개

ㄱ) 팔이 곧은것, ㄴ) 팔이 굽은것, ㄷ) 팔이 짜개진것

유도중심을 리용하면 가공품(축)을 량중심에서 한 설치로 깎을수 있다. 그림 4-38에 유도중심의 한 형태를 주었다.

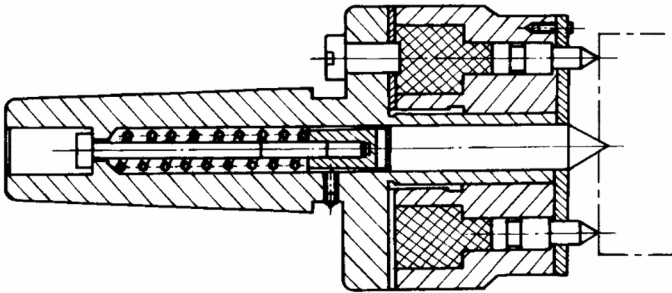



그림 4-38. 유도중심

주축의 틀음모멘트는 가공품의 끝면에 들어박힌 이발들에 의하여 전달되는데 3개(또는 6개)의 이발들은 액체가소물에 의하여 같은 힘으로 가공품에 작용한다. 이러한 유도중심은 축가공자동선, 자동선반들에서 널리 리용되고있다.

- 물개에 의한 설치

선반에서 많이 리용되는 물개는 세이발물개와 네이발물개이다.

소형 및 중간형원통부분품은 흔히 세이발물개에 설치하며 무겁거나 비대칭형부분품은 네이발물개에 설치하여 깎는다.

그림 4-39에 세이발물개의 자름면도를 주었다.

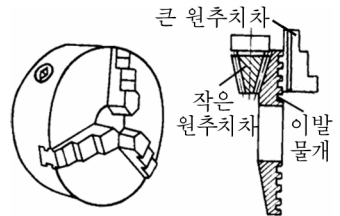



그림 4-39. 세이발물개의 자름면도

3개의 작은 원추치차는 큰 원추치차와 맞물려있는데 큰 원추치차의 반대쪽 끝면에는 와선홈이 패워있고 이 와선홈들을 가로질러 3개의 물개이발이 끼워있다. 따라서 3개의 작은 원추치차가운데서 어느 하나를 돌리면 3개의 이발이 동시에 중심을 잡으면서 조여진다.

네이발물개의 매개 이발들은 개별적인 나사에 의하여 반경방향으로 이동하므로 매번 조절하면서 기준잡이를 하여야 한다.

이와 같이 세이발물개는 와선식으로, 네이발물개는 나사식으로 되여있다.

이밖에 튐성토시식, 지레대식, 쐐기식 등으로 된 물개들이 계렬생산에 리용되고있다.

그림 4-40에 튐성토시식물개를 주었다.

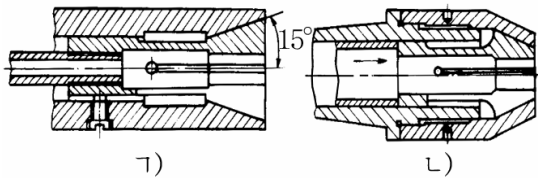



그림 4-40. 튐성토시식물개

ㄱ) 튐성토시를 당길 때 축소재를 조이는 경우
ㄴ) 튐성토시를 밀 때 축소재를 조이는 경우

그림의 ㄱ)에서 작용원리는 우리가 생활에서 많이 리용하고있는 수지연필속대의 원리와 꼭 같다.

튐성토시물개에서는 짜개진 홈이 있는 튐성토시원추면의 쐐기작용에 의하여 축소재를 조인다. 따라서 자동적으로 중심잡이된다.

- 방진대에 의한 설치

선반에서 긴 축소재와 같이 심압대를 리용하지 못하는 경우에는 방진대를 리용한다. 방진대는 절삭힘에 의한 축소재의 처짐과 진동을 막기 위하여 리용하는데 여기에는 고정방진대와 이동방진대가 있다.(그림 4-41)

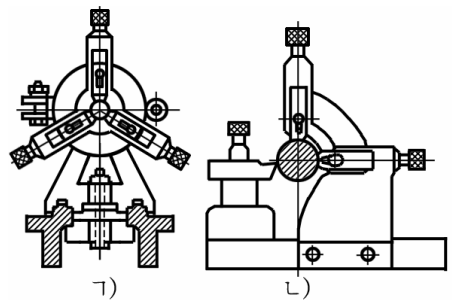



그림 4-41. 방진대

ㄱ) 고정방진대, ㄴ) 이동방진대

고정방진대는 선반베트에 고정하며 이동방진대는 왕복대아래썰매에 고정되여 왕복대와 함께 세로방향으로 이동할수 있다.

고정방진대에 축소재를 설치하기 위하여서는 먼저 방진대가 닿을 면을 가공하여야 한다. 이동방진대를 설치하기 위하여서는 축의 길이방향에 따라 원통면이 가공되여있어야 한다.

- 심봉에 의한 설치

토시 또는 고리와 같은 가공품의 원통걸면을 깎기 위하여 심봉을 많이 리용한다.

만일 이러한 부분품을 세이발물개 같은것으로 잡아쥔다면 가공품이 변형될수 있다.

그림 4-42에 여러가지 심봉을 주었다.

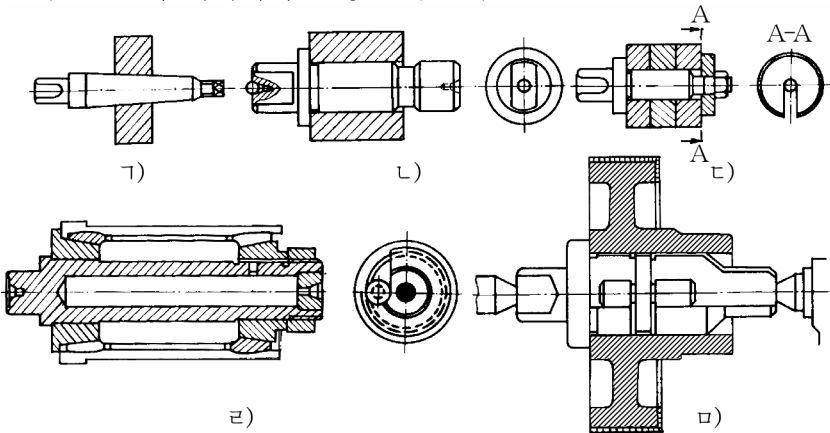



그림 4-42. 여러가지 심봉

ㄱ) 작은 원추도를 준 심봉, ㄴ) 조임여유를 준 심봉,
ㄷ) 가공품을 측면으로 조이는 심봉, ㄹ) 튐성심봉, ㅁ) 자동조임심봉

(2) 바이트의 설치

심봉을 써서 가공품을 설치하는 경우에도 짝보로 된 심봉을 내놓고는 축소재와 같이 량중심에 의하여 기대에 설치한다.

소재를 깎을 때에는 공구를 든든히 고정하는것이 중요하다.

여기서 기본은 바이트를 인물대에 설치할 때 어떤 바이트를 어느 정도 내밀고 설치하는가 하는것이다.

바이트는 소재의 재질, 모양에 따라서 선정한다.

바이트는 일반적으로 앞끝을 바이트자루높이의 1.5배를 넘지 않게 하며 선반의 주축중심높이와 일치되도록 고정하여야 한다.(그림 4-43)

그림의 ㄴ)에서 보는것처럼 중심높이조절은 자리쇠를 써서 한다.

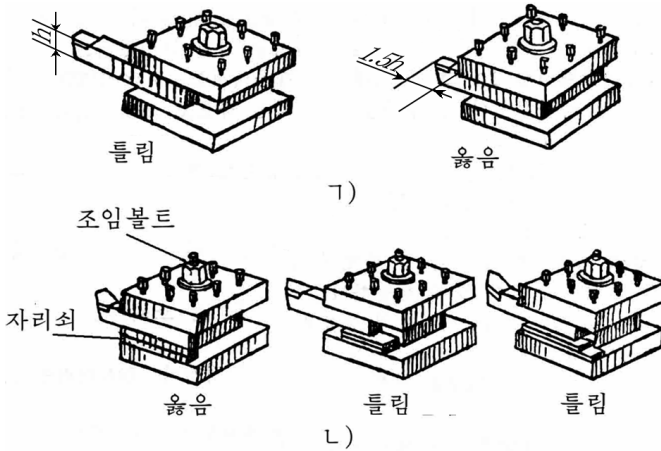



그림 4-43. 바이트의 설치방법

ㄱ) 바이트의 내민 길이, ㄴ) 자리쇠를 써서 바이트설치

바이트는 조임볼트로 균등하고 든든하게 설치하며 자리쇠는 한번에 두개이상 쓰지 말아야 한다.

6) 여러가지 겉면가공

만능선반에서는 원통면, 원추면, 총형면, 구면, 타원면, 끝면, 나사, 홈, 구멍 등을 가공한다.

(1) 원통면가공

원통면가공에서 절삭조건은 가공할 소재의 크기, 주축의 회전수, 속도, 가공깊이, 기대의 가공특성에 맞게 선정하여야 한다.

여기서 **가공깊이**란 깎아야 할 소재의 겉면층의 두께를 말한다.

우선 절삭깊이를 선정한다.

절삭깊이는 바이트의 재료와 가공깊이, 가공방법에 따라 정한다.

가공깊이가 깊을 때에는 여러번 거친가공으로 깎아 거의 완성된 치수를 얻고 정결가공으로 가공할수 있게 절삭깊이를 정하여야 한다.

흔히 거친가공에서는 2~5㎜, 정결가공에서는 0.5~1㎜로 정한다.

거친가공이란 가공하여야 할 부분을 빠른 속도로 초벌깎아내는 절삭가공을 말한다.

정결가공이란 거친가공에 토대하여 부분품이 요구하는 치수를 완전히 얻기 위해 진행하는 절삭가공을 말한다.

다음 보내기량을 선정한다.

보내기량은 가공하여야 할 겉면의 정결도, 바이트의 종류, 기대의 상태 등을 고려하여 그에 맞게 선정한다.

거친가공할 때에는 보통 바이트의 종류와 가공되는 소재의 직경, 절삭깊이를 고려하여 선정한다.

또한 보내기량은 가공품의 치수와 재료에 따라서도 다르게 정한다.

다음으로 절삭속도를 선정한다.

절삭속도는 가공되는 재료와 바이트의 재료, 절삭깊이, 보내기량, 랭각조건 등에 따라 선정한다.

절삭조건을 선정한 다음에는 기대를 돌려 소재를 가공한다.

먼저 시험깎기로 요구되는 직경을 보장한다.

시험깎기에서는 소재의 한쪽 끝부분을 깎아보는데 이때 손잡이의 눈금리용방법에 주의를 돌려야 한다. 시험깎기에서 요구되는 치수대로 가공되였다면 자동보내기를 주면서 가공한다. 필요한 길이까지 가공되면 보내기를 멈추고 바이트를 소재에서 뗀 다음 주축을 멈춘다. 이때 도면의 요구대로 치수와 겉면정결도를 보장하지 못하였을 경우에는 우와 같은 방법으로 반복하여 가공한다.

요구하는 치수가 보장되면 바이트와 왕복대를 움직이지 말고 가로보내기손잡이의 눈금을 기억해둔다.

새로운 소재를 가공할 때에는 주축을 멈추고 시험깎기로 치수를 보장하는것이 아니라 기억해두었던 가로보내기손잡이의 눈금에 의하여 보장한다. 이때 보내기나사의 공회전에 주의를 돌려야 한다.

공회전은 돌리던 손잡이의 방향을 바꿀 때 생긴다.

그림 4-44에 손잡이를 돌리는 방법을 주었다.

그림 4-44. 손잡이를 돌리는 방법

만일 손잡이를 필요이상 더 돌렸을 때는 지나간 눈금만큼 반대로 돌려서는 안되며 거의 옹근 한바퀴정도 반대로 돌렸다가 제 방향으로 다시 돌려야 한다.

(2) 끝면 및 측면가공

끝면도 여러가지 방법으로 가공한다.

끝면을 가공할 때는 바이트날이 소재의 회전축선과 일치되도록 설치한다. 만일 회전축선과 일치하지 않으면 중심부위를 깎아내지 못하여 꼬리가 생긴다.

끝면과 측면은 측면바이트와 머리굽은통과바이트로 가공한다.

끝면과 측면을 가공할 때 절삭깊이는 거친가공에서 2~5㎜, 정결가공에서 0.7~2㎜정도로 준다.

이때 보내기량은 소재의 재질과 직경에 따라 설정한다.

끝면가공방법에는 소재의 바깥으로부터 안으로 들어가면서 가공하는 방법과 소재의 중심으로부터 바깥으로 나가면서 가공하는 방법이 있다.

소재의 바깥으로부터 안으로 들어가면서 가공하면 절삭힘의 작용으로 바이트가 가공되는 면쪽으로 박혀들어가기때문에 절삭면이 깨끗하지 못하다.

그러므로 소재의 중심으로부터 바깥으로 나가면서 가공하는 방법을 많이 쓴다.

이 두 방법은 소재를 물개에 설치하고 가공할 때 적용한다.

소재를 중심잡개에 설치하고 가공하는 경우에는 따낸중심잡개와 2중중심구멍을 리용한다.(그림 4-45)

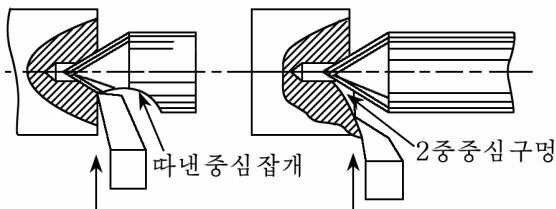



그림 4-45. 끝면가공방법

따낸중심잡개는 중심잡개의 한쪽 면이 패워져있으므로 중심구멍까지 바이트를 들여보내도 중심잡개가 손상되지 않는다.

2중중심구멍을 리용하여 가공하는 방법에서는 각도가 서로 다른

(60°와 120°) 두개의 중심구멍을 가공하고 거기에 중심잡개를 설치하였으므로 중심잡개를 손상시키지 않으면서도 끝면을 가공할수 있다.

(3) 자르기 및 홈가공

소재를 자르거나 홈을 가공하는 방법에도 여러가지가 있다.

자르기나 홈가공에서도 바이트를 소재의 재질과 특성, 대상의 형태에 맞게 잘 선정하여 써야 한다.

자를 때는 바이트의 너비를 잘 정하여 골라 써야 한다.

자를 때는 될수록 바이트의 너비를 작게 정하여야 하는데 너무 작게 정하면 바이트의 세기가 약해질수 있다. 따라서 자르는 바이트의 너비는 소재의 직경에 따라 $a=0.6\sqrt{D}$ 로 정한다.

여기서 D - 소재의 직경, ㎜

a - 바이트의 너비, ㎜

직경이 큰 소재는 머리굽은바이트로 가공한다.

홈가공은 홈의 너비와 같은 홈바이트로 하는것이 기본이다.

바이트를 선정한 다음에는 소재의 회전축선에 일치하도록 설치를 잘하여야 한다.

소재를 자를 때에는 물개에서 될수록 짧게 내밀어 설치하고 자른다. 이때 자르고 남은 길이가 소재의 직경을 넘지 않게 해야 한다. 잘린 부분에서 꼭지가 생기지 않게 하면서도 깨끗하게 하려면 바이트를 잘 설치하여야 한다.

직경이 큰 소재를 자를 때에는 머리굽은절단바이트를 뒤집어 설치하고 자른다.(그림 4-46)

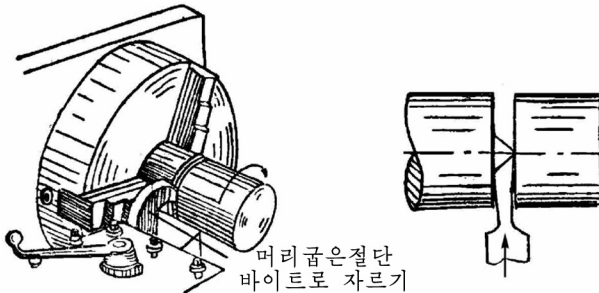



그림 4-46. 자르기

좁은 홈을 가공할 때에는 홈의 너비와 같은 날을 가진 홈바이트로 써 한 통과로 가공한다.

넓은 홈을 가공할 때에는 처음에 홈의 한쪽 경계를 표시하고 가로보내기를 주어 가공한 다음 다른쪽 경계를 표시하고 그에 맞추어 가공한다.

마지막으로 주어진 깊이만큼 가로보내기를 준 다음 세로보내기를 주어 홈을 깨끗이 다듬는다.(그림 4-47)

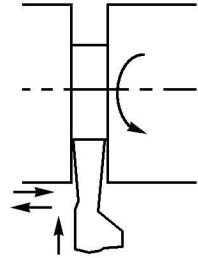



그림 4-47. 홈가공

(4) 구멍가공

선반에서는 구멍가공을 드릴, 젠겔 등과 같은 구멍가공공구와 내면바이트로 한다.

- **드릴에 의한 구멍가공**(그림 4-48의 ㄱ)

먼저 드릴을 주축의 회전중심과 정확히 일치하도록 설치한다.

다음 절삭조건을 선정한다.

드릴로써 막힌 구멍을 가공할 때 절삭깊이는 구멍직경의 절반으로 정하며 이미 가공된 구멍을 넓힐 때에는 소재의 벽두께를 절삭깊이로 정한다.

보내기량은 가공재료, 절삭깊이 등 여러가지 요인을 고려하여 정하지만 중요하게는 드릴의 직경에 의하여 정한다.

드릴가공할 때 절삭속도란 드릴의 선속도를 말한다.

다음 구멍을 가공한다.

소재를 물개에 설치하고 걸면을 가공한다.

걸면을 가공하지 않고 드릴로 구멍을 뚫기 시작하면 드릴이 빗나갈수 있다.

드릴을 심압대에 설치하고 소재를 돌리면서 구멍을 뚫는다.

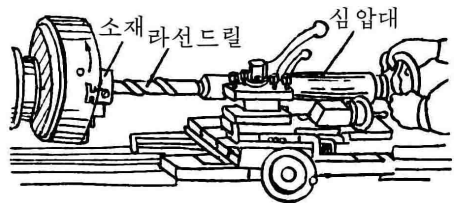
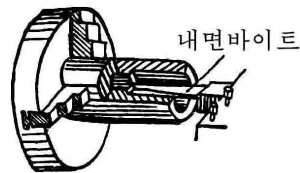
구멍의 깊이가 소재직경의 2배보다 깊을 때는 먼저 짧고 억센 드릴로 구멍을 예비적으로 뚫는것이 좋다. 이때 랭각수를 충분히 치며 드릴을 자주 빼내여 쇠밥을 털어내야 한다.

ㄱ)

ㄴ)

그림 4-48. 선반에서 구멍가공

ㄱ) 드릴에 의한 구멍가공

ㄴ) 내면바이트에 의한 구멍가공

- 내면바이트에 의한 구멍가공(그림 4-48의 ㄴ)

소재에 이미 뚫어져있는 구멍을 내면바이트로 넓힐 때에는 절삭날을 중심높이로, 그보다 약간 높게 혹은 낮게 설치하고 깎는다. 그것은 가공과정에 절삭힘에 의하여 바이트가 변형되면서 중심높이를 차지하게 하므로 정확한 가공직경을 보장하기때문이다.

구멍의 직경치수는 시험가공을 하여 보장한다.

이때 가로보내기손잡이를 리용하는데 쓰는 방법은 원통면을 가공할 때와 반대로 진행한다.

구멍가공할 때 길이치수는 세로보내기손잡이의 눈금판을 리용하여 보장하거나 바이트에 길이치수만큼 표시하고 세로보내기를 주어 보장한다.

(5) 원추면가공

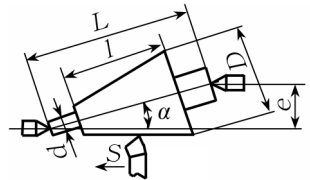
선반에서 원추면은 다음과 같은 세가지 방법으로 가공한다.

- 심압대를 가로방향으로 이동시켜 가공하는 방법

이 방법은 원추도가 작은 원추면을 가공하는데 리용한다.(그림 4-49)

그림 4-49. 작은 원추면가공

심압대의 가로방향이동량

$$e = \frac{D-d}{2} \cdot \frac{L}{l} \cos\alpha$$

여기서 L- 가공품의 전체 길이, ㎜

l- 가공되는 원추면의 길이, ㎜

d, D- 원추면의 작은 직경 및 큰 직경, ㎜

α- 원추의 경사각

이 방법을 적용할 때 가공품이 주축의 축선에 대하여 경사지게 설치되기때문에 중심과 중심홈의 접촉이 불안정하여 중심홈이 이그러질수 있다. 그러므로 끝에 구가 달린 구면중심을 리용하면 좋다.

- 웃썰매를 돌려놓고 가공하는 방법

이 방법은 원추각의 크기에는 관계없이 길이가 짧은 원추면을 깎을 때 리용한다.(그림 4-50)

왕복대의 웃썰매를 원추의 경사각 α만큼 돌려놓고 가공하는데 수동으로 웃썰매보내기 손잡이를 돌리기때문에 가공된 겉면의 정결도가 고르롭지 못하고 특히 긴 원추면을 깎을수 없다. 이 방법으로는 짧은 내부원추면을 가공할수 있다.

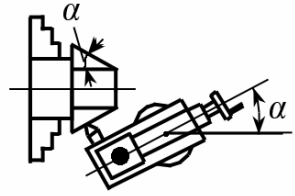



그림 4-50. 짧은 원추면가공

- 본따기자에 의한 가공방법

이 방법은 정밀한 원추면을 가공하는데 리용한다.(그림 4-51)

이때 원추본따기자는 선반베트에 고정된 각도눈금판의 핀을 중심으로 원추의 경사각 α로 설치되며 본따기자의 홈을 따라 련결대에 핀으로 이어진 활편이 이동한다. 련결대는 중간썰매에 억세게 고정되였으며 중간썰매가 가로방향으로 자유롭게 움직이도록 하기 위하여 중간썰매의 보내기나사를 풀어놓는다.

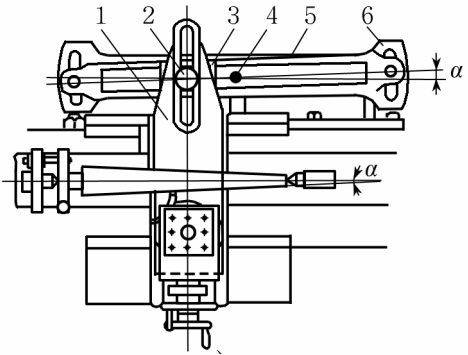



그림 4-51. 정밀한 원추면가공

1- 련결대, 2- 핀, 3- 활편, 4-핀, 5- 원추본따기자, 6- 각도눈금판, α- 원추의 경사각

왕복대에 세로보내기를 주면 바이트는 본따기자에 평행되게 이동하면서 원추면을 깎는다.

(6) 총형면가공

선반에서 총형면은 다음과 같은 방법으로 깎을수 있다.

- 세로 및 가로보내기를 동시에 주는 방법

이 방법은 높은 정밀도가 요구되지 않는 제품의 개별생산에 리용할수 있다. 수동으로 세로보내기와 가로보내기를 동시에 주면서 깎으므로 특별한 장비가 필요없으나 높은 기능을 요구하며 생산능률도 낮다.

- 총형바이트에 의한 가공방법

이 방법으로는 길이가 짧은 총형면을 총형바이트로 가로보내기만 주면서 깎는데 생산능률뿐아니라 가공정밀도도 비교적 높다.

총형바이트의 제작이 복잡하므로 계렬 및 다량생산에서 리용된다.

- **기계식본따기가공**(그림 4-52)

축선자름면에서 총형륜곽을 가진 총형면의 가공은 본따기자에 의한 원추면의 가공방법과 원리적으로 같고 다만 본따기자가 직선홈이 아니라 해당한 모양의 홈으로 된것이 다르다.

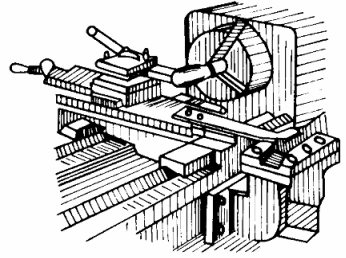



그림 4-52. 본따기자에 의한 가공 (축선자름면에서 총형륜곽)

(7) 구면 및 타원기둥면가공

구면이나 타원기둥면도 총형면으로 보면 우와 같은 방법으로 깎을수 있다. 여기서는 구면과 타원기둥면의 기하학적 특징을 고려한 절삭방법을 보기로 한다.(그림 4-53)

그림의 ㄱ)는 반경이 r인 구면으로 된 가공품의 끌면을 깎는 략도이다. 왕복대의 세로보내기련쇄를 끊어놓고 가로썰매를 반경 r와 같은 길이의 크랑크와 이어놓았다. 크랑크팔의 회전지점은 심압대 또는 독립적인 틀을 베트에 가로 놓고 거기에 배치하였다. 가로보내기손잡이를 돌리면 안내선이 형성된다.

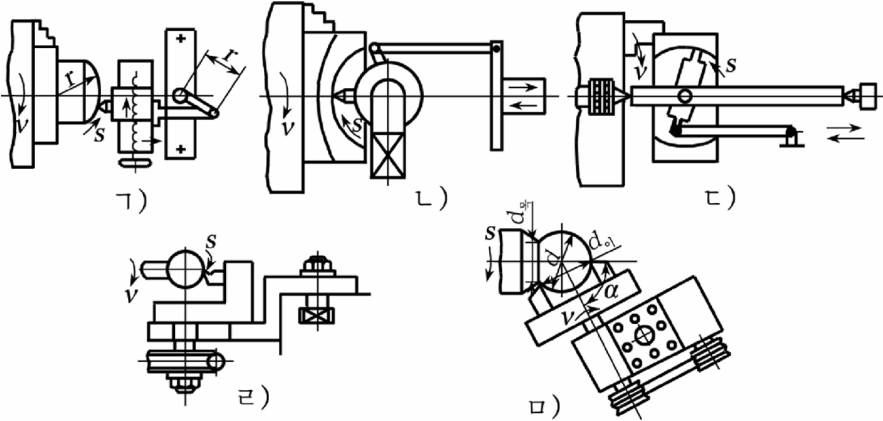



그림 4-53. 구면가공략도

그림의 ㄴ)는 패인 구면을 깎는 략도인데 왕복대의 인물대자리에 돌수 있는 바이트를 설치하고 그와 련결대로 이어진 심압축을 이동시키는 방법으로 활등인 안내선을 얻는다.

그림의 ㄷ)는 내부구면을 깎는 략도이다. 가공품은 물개에 설치하고 량중심에 요동할수 있는 바이트가 끼워진 심봉을 설치하고 인물대에

돌쩌귀로 이어진 련결대를 고정하였다. 이때 왕복대에 세로보내기를 주면 안내선이 형성된다.

그림의 ㄹ)는 웜전동장치가 달린 바이트대를 인물대 또는 왕복대에 직접 설치하는 방법으로 구면을 깎는 략도이다.

그림의 ㅁ)는 선반왕복대에 독립적인 전동장치가 달린 바이트회전머리를 설치하고 선반주축에 설치된 가공품에 회전보내기를 주는 방법으로 구면을 깎는 략도이다.

타원기둥면을 깎는 방법을 그림 4-54에 주었다.

외부타원기둥면을 깎기 위하여 그림의 ㄱ)에서와 같이 주축에는 바이트머리를 설치하고 왕복대에는 가공품을 그의 축선방향보내기를 줄수 있게 만들어진 지구를 설치각 α로 고정한다. 이때 설치각 α는 다음과 같다.

$$\alpha = \arccos\frac{d_2}{d_1}$$

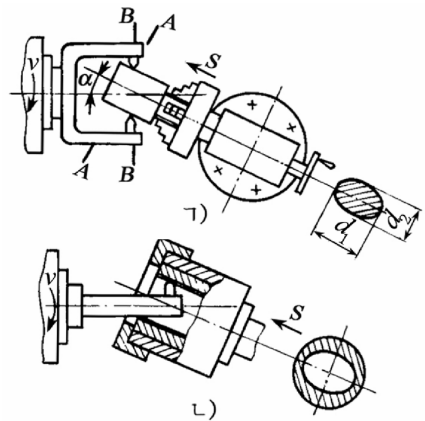
여기서 d_1 - 타원의 긴 직경, ㎜

d_2 - 타원의 짧은 직경, ㎜

가공품은 자름면 B-B에서 원으로 되지만 자름면 A-A에서는 타원으로 된다.

그림 4-54. 타원기둥면가공

지구의 손잡이를 돌려 가공품에 각 α방향의 보내기를 준다.

내부타원기둥면도 이와 비슷한 방법으로 깎는다.(그림의 ㄴ) 이러한 방법들에서 가공품의 축선은 반드시 바이트의 회전평면과 주축의 축선이 사귀는 점을 지나야 한다.

2. 타레트선반에서의 가공

1) 타레트선반의 구조상특징

타레트선반은 다른 선반과 구조상 크게 차이가 없다.

다른 점이라면 공구를 타레트머리에 설치한것이다.

타레트머리란 동시가공에 필요한 여러가지 공구를 설치할수 있게 된 공구설치머리를 말한다.

타레트머리에는 수직타레트머리와 수평타레트머리가 있다.(그림 4-55)

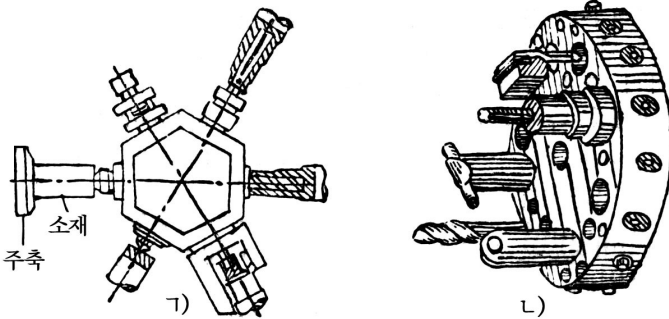



그림 4-55. 타레트머리들

ㄱ) 수직타레트머리, ㄴ) 수평타레트머리

타레트선반은 공구를 교체하지 않고 타레트머리에 설치된 공구들을 차례로 돌려가면서 요구되는 부분품의 여러 면들과 구멍, 나사 등을 가공할수 있게 한다.

타레트선반은 공구교체시간을 줄이고 복잡한 형태의 회전체부분품을 여러개의 공구로 계렬생산하는데 리용한다.

타레트선반이 보통선반과 다른 점은 심압대와 보내기나사가 없으며 그대신에 타레트머리가 그 역할을 대신한다는것이다.

타레트선반은 타레트머리의 배치에 따라 수직타레트선반과 수평타레트선반으로 나눈다.(그림 4-56)

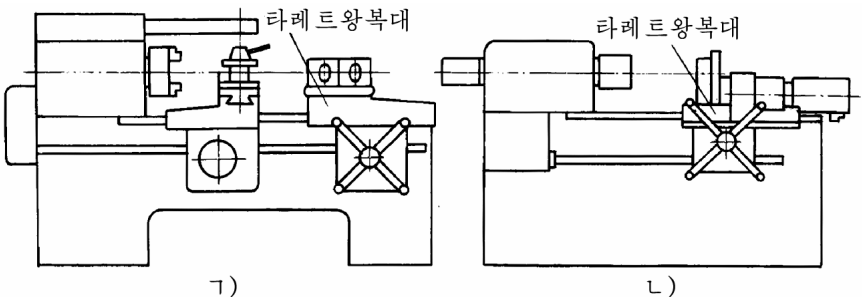



그림 4-56. 타레트선반의 겉모양

ㄱ) 수직타레트선반, ㄴ) 수평타레트선반

수직타레트선반의 타레트머리는 수직축주위로 돌아간다.

수직타레트선반에는 보통선반에 있는 왕복대와 함께 타레트머리가 설치된 타레트왕복대가 있다. 타레트머리는 6각형(혹은 원형)으로 되

여있으며 매개 면에는 공구를 설치하기 위한 구멍들이 있다. 공구들은 그 구멍에 직접 또는 보조공구와 지구에 의하여 설치된다. 공구를 바꿀 때마다 타레트머리는 자동 또는 수동으로 60°씩 돌아서 작업위치를 차지한다.

수평타레트선반의 타레트머리는 수평축주위로 돌아간다.

수평타레트선반에는 보통선반에 있는 왕복대는 없고 다만 타레트머리가 설치된 타레트왕복대만이 있다. 타레트머리는 원형으로 되였으며 그의 끝면에 배치된 구멍들에 공구들을 설치한다.

일반적으로 타레트선반들에는 나사치기련쇄가 없으며 나사치기는 탑브, 다이스 등으로 한다. 기대의 구조와 사명상요구로부터 심압대는 없다. 타레트선반에는 매 공구에 해당하는 게지가 있어서 그에 의하여 가공치수들이 결정된다.

현대적인 타레트선반에는 봉재로 된 소재를 공급하기 위한 장치도 예견되여있다.

2) 타레트선반가공방법

그림 4-57에는 수직타레트선반에서 수행되는 조작의 실례를 주었다.

이 조작은 8개의 위치(또는 이행)에서 수행된다. 즉

그림 4-57. 수직타레트머리

1위치: 환봉소재의 끝면가공

2위치: 타레트머리에 설치된 지구까지 소재의 공급

3위치: 짧은 드릴에 의한 원추홈가공(이것은 다음위치에서의 드릴가공을 위한 중심잡이홈이다.)

4위치: 구멍의 드릴가공 및 거친외면선삭

5위치: 외면의 정결선삭, 구멍의 선삭 및 안쪽 모서리따기

6위치: 초벌리마가공

7위치: 완성리마가공

8위치: 가공품의 자르기

이와 같이 타레트머리에는 이행순서에 따라 공구들을 차례로 배치한다. 절삭공구들은 그림 4-58과 같은 보조공구들에 의하여 타레트머리에 설치할수 있다.

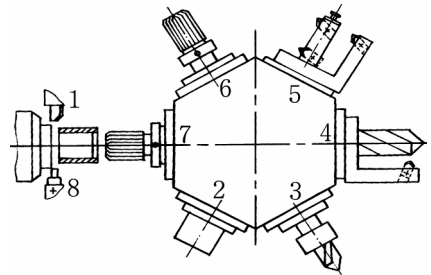
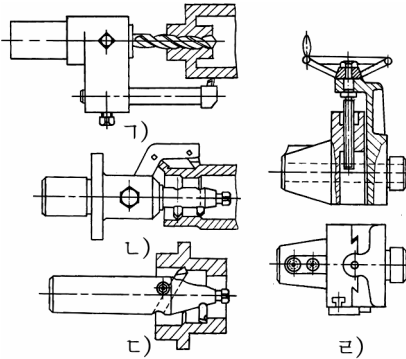



그림 4-58. 타레트선반의 보조공구들
ㄱ) 두계단구멍선삭용
ㄴ) 외면선삭 및 모서리따기용
ㄷ) 드릴가공 및 외면선삭용
ㄹ) 가공치수를 조절할수 있는 구멍선삭용보조공구(지구)

3. 대형선반 및 타닝반에서의 가공

1) 대형선반에서의 가공

(1) 대형선반의 구조상특징

일반적으로 기대의 질량이 10t이상인 선반을 대형선반이라고 한다.

그림 4-59에는 우리 나라에서 만든 12m대형선반의 겉모양을 주었다.

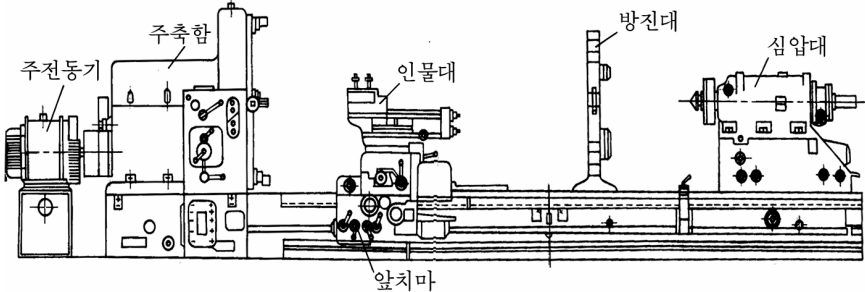



그림 4-59. 12m대형선반의 겉모양

이 대형선반에서의 최대가공직경은 1m, 최대가공길이는 12m, 기대의 질량은 40.1t이다.

이 선반은 보통선반에 비하여 크기가 크고 보내기나사축이 없으며 심압대를 이동시키기 위한 전동기와 심압축을 이동시키는 전동기가 따로 심압대에 붙어있는것이 특징이다. 또한 왕복대의 웃썰매에도 보내기를 줄수 있게 운동련쇄가 이루어져있다. 방진대에는 5개의 로라가 가공품을 받들수 있게 되였고 방진대자체를 베트안내면에 따라 이동시키는 수동치차전동장치가 있다.

일부 대형선반에는 여러개의 왕복대가 있어서 동시에 절삭작업을 진행한다.

또한 대형선반에는 왕복대전동용보내기축이 없이 주전동장치와 전기적으로 련결된 개별적직류전동기가 왕복대에 있다. 대형선반의 베트안내면은 평면으로 되여있다. 그것은 베트가공을 쉽게 할뿐아니라 가공품과 기대매듭들이 무겁기때문에 비압력을 작게 하고 윤활유를 오래동안 보존하자는데 있다.

(2) 대형부분품의 선삭가공

대형부분품은 선반에 설치하는데 품이 많이 들기때문에 한 설치에서 거친 및 완성가공을 진행한다.

일반적인 원통면가공은 보통선반에서와 같이 한다. 그러나 보통선반에서는 웃썰매가 운동련쇄에 들어가있지 않아 수동으로만 웃썰매를 움직일수 있지만 대형선반에서는 웃썰매가 기계적으로 련쇄를 이루고있어 자동으로 웃썰매를 보낼수 있다. 때문에 원추면가공에서 일련의 특징이 있다.

대형선반에서 원추외면가공은 왕복대의 세로방향보내기 $S_{세}$와 웃썰매의 각 β 방향의 보내기 $S_{웃}$의 벡토르합에 의하여 진행할수 있다.(그림 4-60)

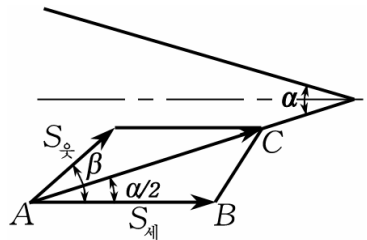



그림 4-60. 대형선반에서 원추외면가공원리

2) 타닝반에서 가공

(1) 타닝반의 구조상특징

타닝반은 주축이 수직으로 놓이고 면판이 수평으로 놓인 선반을 말하는데 원리적으로 보통선반을 면판이 밑으로 향하도록 세워놓은것과 같으므로 수직선반이라고 한다.

타닝반의 면판회전축선은 수직으로 배치(면판은 수평으로 배치)되였기때문에 가공품을 설치하고 해체하는데 편리하다.

타닝반에서는 높이가 높지 않으면서 직경과 질량이 큰 부분품의 내면과 외면, 끝면, 원추면, 총형면들을 가공한다.

타닝반은 기둥의 수에 따라 외기둥타닝반과 쌍기둥타닝반으로 나눈다.

외기둥타닝반(그림 4-61)은 측면왕복대와 수직왕복대를 가지고있는데 수직왕복대는 타레트머리를 장비하고있다.

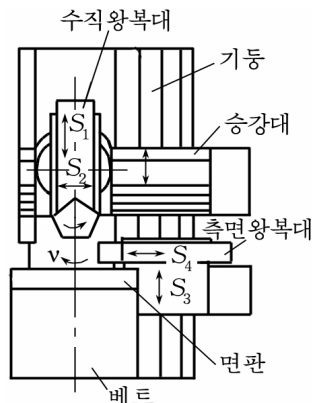



그림 4-61. 외기둥타닝반의 략도

타닝반에서 주운동 v는 테블의 회전운동이며 보내기운동 S_1, S_2, S_3, S_4는 각각 수직 및 측면왕복대의 수직 및 수평이동이다.

외기둥타닝반의 최대가공직경은 2m정도이다. 이보다 큰 부분품은 쌍기둥타닝반에서 가공한다. 쌍기둥타닝반의 대표적인 실례로서 8m타닝반을 들수 있다.(그림 4-62)

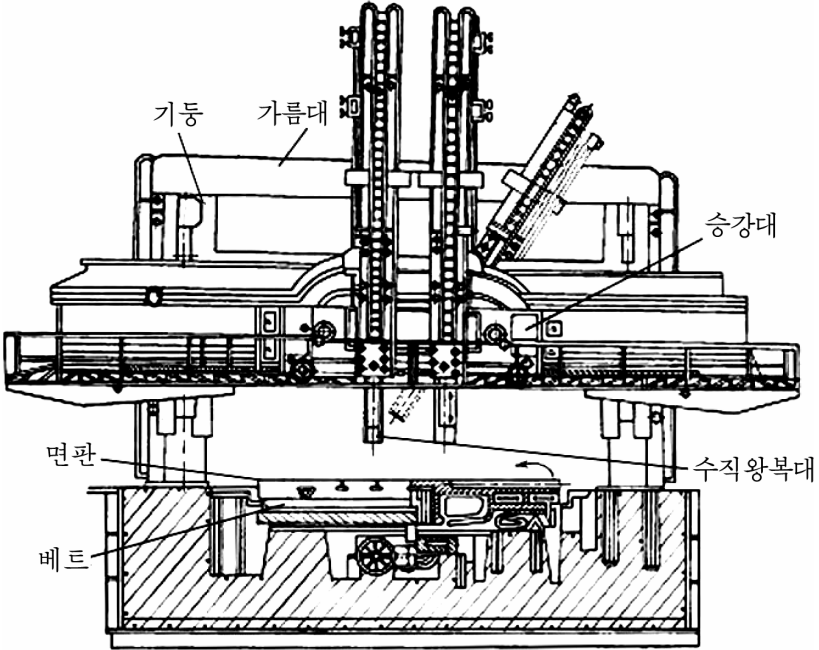



그림 4-62. 8m타닝반의 겉모양

8m타닝반의 최대가공직경은 8m, 최대가공높이는 3.3m, 최대가공질량은 80t이다.

8m타닝반에 있는 두개의 수직왕복대는 원추면을 가공할 때 경사지게 설치할수 있다. 면판을 회전시킬 때 과부하에 의한 면판안내면의 파괴를 막고 주운동장치들을 보호하기 위하여 과부하덜기장치를 받아들였다.

일부 대형타닝반에서 과부하덜기장치는 그림 4-63과 같이 유압에 의하여 면판을 약간 들어올렸다가 내려놓는다.

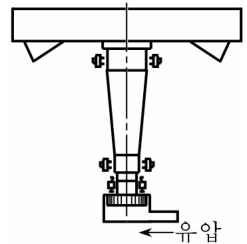



그림 4-63. 유압식 과부하덜기장치략도

8m타닝반에서는 쌍기둥이 자기의 안내면을 따라 수평면상에서 이동함으로써 보다 직경이 큰 부분품도 가공할수 있게 되여있다.

(2) 타닝반에서의 가공

타닝반에 고리모양소재를 설치하는 략도를 그림 4-64에 주었다. 그림에서 ㄱ)와 ㄴ)는 끝면과 함께 내면가공할 때, ㄷ)와 ㄹ)는 끝면과 함께 외면가공할 때의 략도이다.

그림 4-65에는 특수한 조이개의 몇가지 형식을 주었다.

그림에서 ㄱ), ㄴ), ㄷ)는 단순한 구조로 되였으나 ㄹ)는 가공품의 벽이 얇고 두께도 작은 경우에, ㅁ)는 벽이 얇은 경우에 리용한다.

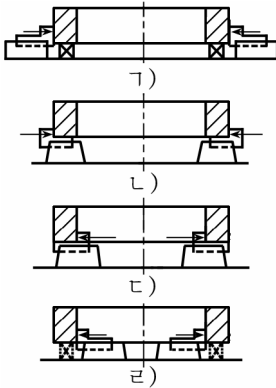



그림 4-64. 고리모양소재의 설치략도

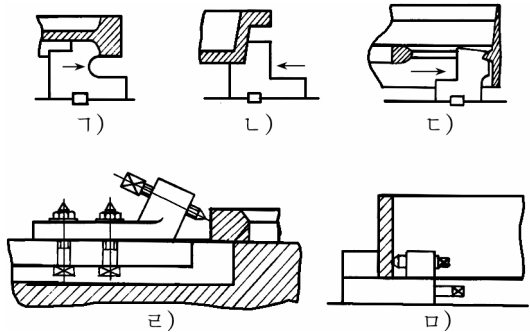



그림 4-65. 특수한 조이개

타닝반에서 원추면은 수직왕복대를 해당한 각도로 돌려놓고 가공할수 있다.

그러나 원추도가 매우 큰 경우에는 수평보내기와 수직보내기를 동시에 주면서 합성하는 방법으로 가공한다. 즉 그림 4-66과 같이 각 φ가 45°보다 큰 경우에는 먼저 기대에 있는 수직왕복대의 수평보내기 $S_{수평}$과 수직보내기 $S_{수직}$을 정하고 식에 의하여 계산된 각 β만큼 수직왕복대를 돌려놓는다.

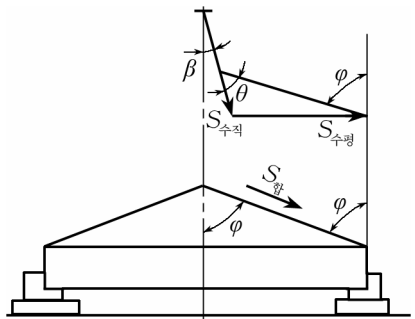



그림 4-66. 타닝반에서 원추면가공

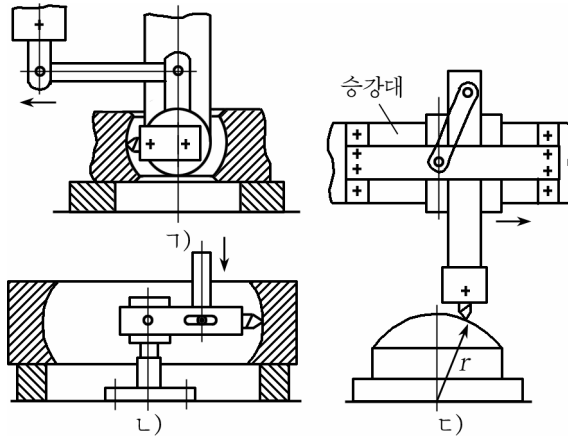



그림 4-67. 수직선반에서 구면가공략도

타닝반에서 구면가공은 그림 4-67과 같이 진행할수 있다.

그림의 ㄱ)는 작은 내부 구면을 깎는 경우인데 2개의 수직왕복대가운데서 하나에는 돌수 있는 바이트인물대를, 다른 하나에는 련결대를 설치하고 거기에 수평보내기를 준다.

그림의 ㄴ)는 한개의 수직왕복대를 리용한 경우로서 인물대의 회전지점을 면판에 고정하였다. 이때 수직왕복대에는 수직보내기를 준다.

그림의 ㄷ)는 외부구면을 가공하는 경우인데 수직왕복대의 수직보내기나사를 풀고 그것을 승강대에 덧붙인 틀과 련결대로 이어놓는다. 련결대의 길이는 구의 반경과 같다. 이때에는 수직왕복대에 수평보내기를 주어 가공한다.

련습문제

1. 만능선반의 구조에 대하여 설명하여라.
2. 만능선반에서 쓰는 공구에는 어떤것들이 있는가를 설명하고 그것들이 쓰이는 분야를 설명하여라.
3. 중심의 종류와 중심홈의 종류, 심봉의 종류를 그리고 설명하여라.
4. 선반에서 원추면가공방법에는 어떤것들이 있는가를 설명하여라.
5. 수직타레트선반과 수평타레트선반의 구조상특징을 설명하여라.

제4절. 볼반 및 보링반에서의 가공

1. 볼반에서의 가공

1) 볼반의 사명과 종류, 운동학적구성

(1) 볼반의 사명과 종류

볼반은 구멍만을 전문적으로 가공하는 공작기계이다.

볼반에서는 원통구멍의 드릴, 젠겔, 리마가공과 이미 있는 구멍의 확대가공, 원추구멍가공 그리고 답브에 의한 나사치기 등을 할수 있다.

볼반에는 수직볼반, 수평볼반, 팔볼반, 타레트볼반, 다축볼반, 수자조종볼반 등이 있다.

수직볼반은 주축이 밑판에 수직으로 설치된 볼반이다.

팔볼반은 사람의 팔과 같은 기능을 수행하는 기대의 팔에 주축함이 설치되여 임의의 곳으로 움직일수 있게 되여있는 볼반이다.

타레트볼반은 타레트머리에 공구를 설치하고 이것을 돌려가면서 여러가지 크기와 형태의 구멍을 공구의 교체없이 가공할수 있게 만들어진 볼반이다.

(2) 운동학적구성

볼반류의 운동학적구성의 일반원리를 그림 4-68에 보여주었다.

그림의 ㄱ)는 전동기의 회전운동이 속도조절련쇄 $i_{속}$을 거쳐 드릴의 회전운동이 얻어지며 $i_{속}$에서 갈라진 운동을 전달받아 보내기운동조절련쇄 $i_{보}$를 거쳐 라크전동에 의하여 드릴이 직선보내기운동을 진행한다는것을 보여준것이고 그림의 ㄴ)는 보내기운동조절련쇄가 전동기축과 직접 이어져 보내기량 S가 분당 보내기량으로 얻어진다는것을 보여준것이다.

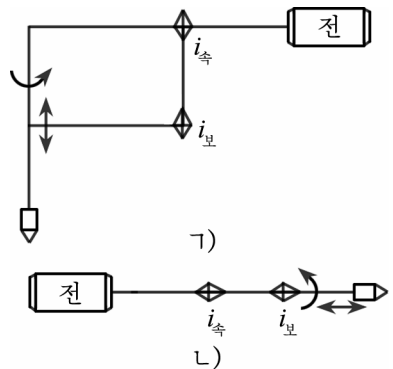



그림 4-68. 볼반의 운동학적구성

대체로 볼반은 그림의 ㄱ)형태로 구성되여있다.

2) 볼반의 구조와 작용원리

(1) 볼반의 구조

볼반은 크게 변속함, 보내기함, 기둥, 중간테블, 아래테블 그리고 여러가지 손잡이들로 되여있다.(그림 4-69)

그림 4-69. 볼반의 구조

변속함은 전동기의 회전속도를 여러가지 속도로 변화시켜 주축에 전달하는 사명을 수행한다. 변속함에는 선반에서와 마찬가지로 전동기의 회전운동을 여러 변속치차를 써서 주축에 전달하기 위한 변속장치가 들어있다.

보내기함은 주축에 여러가지 속도로 자동 및 수동보내기를 전달하는 사명을 수행한다.

기둥은 아래테블에 든든하게 고정되여 변속함, 보내기함 및 중간테블을 련결하여주는 사명을 수행한다.

중간테블과 아래테블은 가공할 부분품을 설치하기 위한것이다.

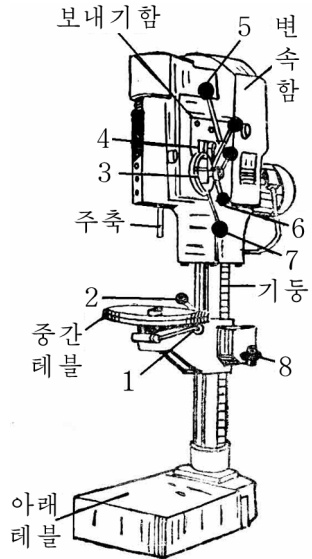
부분품의 질량이 작은것은 중간테블에 설치하며 질량이 큰것은 아래테블에 설치한다.

중간테블은 기둥을 따라 오르내릴수도 있고 지레대로 들수도 있다.

(2) 작용원리

볼반에서의 운동은 전동기의 회전운동이 여러 변속단을 거쳐 변속되여 주축으로 넘어가는 주운동과 주축을 아래우로 움직이는 보내기운동으로 나눌수 있다. 전동기의 회전운동은 4단피대바퀴와 원추치차를 거쳐 주축에 전달된다.

이때 주축의 회전운동은 8단으로 변속된다.(그림 4-70)

한편 전동기의 회전운동은 4단피대바퀴를 거쳐 3단피대바퀴에 의해 웜치차로 넘어가며 이 운동은 다시 원추치차에 의해 크라치를 거쳐 웜치차와 라크치차로 넘어가 주축에 전달된다.

이때 보내기량은 주축이 한 회전하는 사이에 공구가 수직으로 움직이는 거리이다. 볼반에서는 공구가 주축에 직접 설치되기때문에 주축의 운동이 곧 공구의 운동으로 된다.

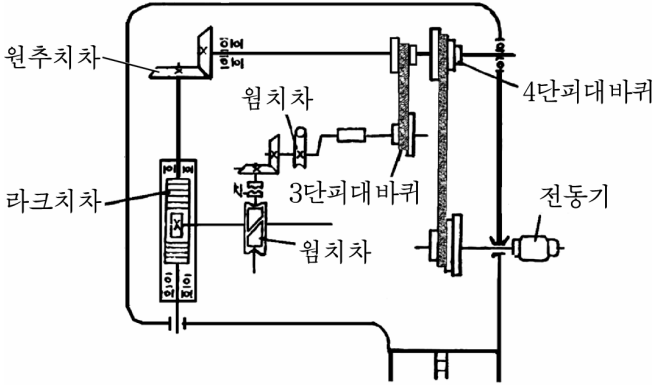



그림 4-70. 볼반의 작용원리

(3) 조종손잡이들의 역할(그림 4-69)

중간테블회전고정손잡이(1)- 중간테블을 회전시키기 위한 손잡이이다.

중간테블지지대고정손잡이(2)- 중간테블을 일정한 높이에 고정하기 위한 손잡이이다.

제동기(3)- 주축이 일정한 거리만큼 움직인 다음 자동적으로 멎도록 하기 위한것이다.

주축을 멈추기 위해서는 손잡이 3을 주축이 움직일 거리만큼 눈금에 맞추어 돌려놓으면 된다.

지레대(4)- 주축의 보내기를 차단하기 위한것이다.

주축이 일정한 량만큼 움직인 다음에 손잡이 3이 지레대 4를 치면 손잡이 5가 돌면서 주축에 전달되는 보내기운동을 차단한다.

자동보내기깊이 설정손잡이(5)- 주축에 자동보내기를 련결 및 차단하기 위한것인데 시계바늘이 도는 방향으로 돌리면 차단되고 반대로 돌리면 련결된다.

주축의 자동보내기 및 수동보내기손잡이(6)- 주축에 자동 및 수동보내기를 주기 위한것인데 시계바늘이 도는 방향으로 돌리면 자동보내기가 진행되고 반대로 돌리면 수동보내기가 진행된다.

주축의 보내기량조종손잡이(7)- 주축의 보내기량을 설정해주기 위

한 손잡이이다.

중간테블조종손잡이(8)- 중간테블의 높이를 조절하기 위한것이다.

3) 공구 및 지구

(1) 공 구

볼반에서 쓰는 공구에는 드릴, 젠겔, 리마 등이 있다.

- 드 릴

드릴에는 여러가지 종류가 있는데 그가운데서 가장 널리 쓰이는것이 라선드릴이다.

드릴가공으로는 보통 치수정밀도 IT13~16급, 겉면정결도 R*a*50~25㎛의 구멍을 가공할수 있다.

드릴의 구조를 보면 작업부분, 목, 자루로 되여있으며 작업부분은 절삭부분과 완성부분으로 되여있다.(그림 4-71)

절삭부분은 쇠를 깎아내는 역할을 하는데 여기에는 두개의 절삭날과 한개의 가로날 그리고 앞면과 뒤면이 있다.

완성부분은 드릴의 정확한 방향을 잡아주고 필요한 치수와 정결도를 보장한다. 완성부분에는 라선홈이 있는데 이 홈은 절삭부분에서 깎아낸 쇠밥을 구멍밖으로 뽑아내는 역할을 한다.

가공할 때 생기는 쇠밥은 드릴이 들어가는 방향과 반대방향으로 라선운동을 하면서 라선홈을 통하여 빠져나오게 된다.

그림 4-71. 드릴의 구조

자루는 드릴을 주축구멍 또는 물개에 맞추기 위한 부분이다.

자루는 보통 원추형으로 되여있으나 직경이 12㎜보다 작은 드릴의 자루는 원통형으로 되여있다.

드릴에는 구멍의 깊이가 직경의 5배이상 되는 구멍을 가공하기 위한 깊은구멍가공드릴, 깊은 구멍뿐아니라 총형내면가공 또는 굳은 재료의 가공을 위한 평드릴, 총신과 같이 깊은 구멍을 가공하기 위한 총신드릴, 대포와 같이 구멍의 직경이 큰것을 가공하기 위한 고리모양(관형)드릴 등이 있다.(그림 4-72)

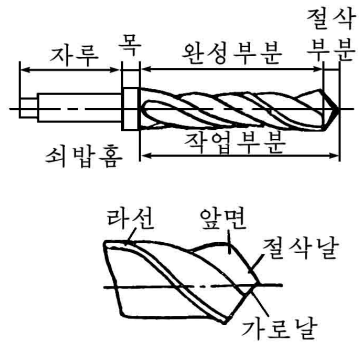
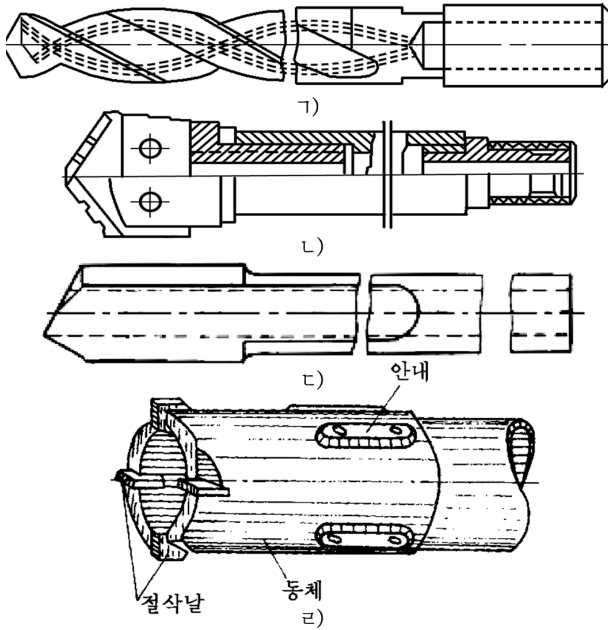



그림 4-72. 드릴의 종류

ㄱ) 깊은구멍가공드릴, ㄴ) 평드릴, ㄷ) 총신드릴, ㄹ) 고리모양드릴

- 젠 겔

젠겔은 이미 있는 구멍을 더 넓히거나 드릴로 가공한 구멍을 정밀하게 가공하는데 쓴다.

젠겔가공에 의해서는 IT16급의 치수정밀도와 R*a*1.6㎛의 걸면정결도를 얻는다.

흔히 쓰는 젠겔은 라선원통형젠겔이다.(그림 4-73)

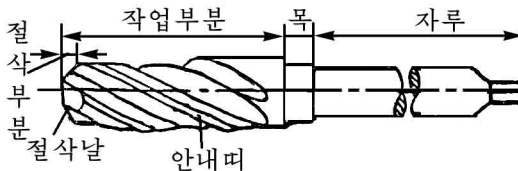



그림 4-73. 젠겔의 구조

라선원통형젠겔이 드릴과 다른 점은 가로날이 없고 절삭날이 3~4개(드릴에는 2개) 있는것이 있다.

이 젠겔은 구멍의 직경을 0.5~2㎜정도로 넓히거나 매끈하게 가공하기 위해 쓴다.

젠겔에는 볼트머리가 들어갈 홈을 파는 밑날젠겔, 원추구멍을 가공하는 원추젠겔 또는 두드러진 부분의 끝면을 가공하기 위한 끝면젠겔이 있다.

그림 4-74에는 여러가지 사명에 따라 리용되는 젠겔을 주었다.

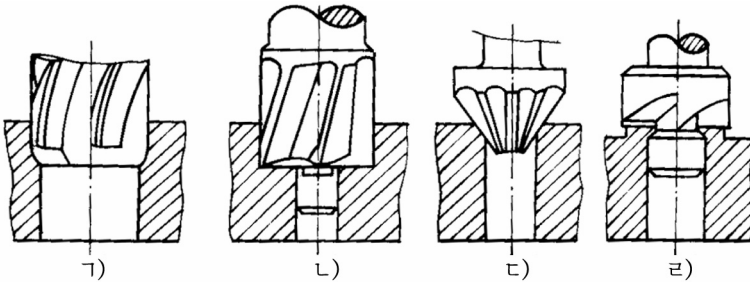



그림 4-74. 젠겔의 종류

ㄱ) 원통젠겔, ㄴ) 밑날젠겔, ㄷ) 원추젠겔, ㄹ) 끝면젠겔

- 리 마

리마는 드릴가공, 내면선삭 및 젠겔가공한 구멍의 치수정밀도와 정결도에 대한 요구가 높은 구멍을 가공하는데 쓴다.

리마가공에 의해서는 IT12~16급의 치수정밀도와 R*a*1.6~0.4㎛의 겉면정결도를 보장한다.

리마에도 여러 종류가 있지만 흔히 쓰는것은 원통형리마이다.(그림 4-75)

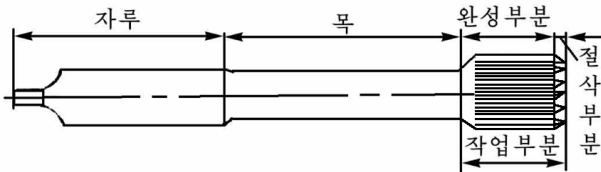



그림 4-75. 리마의 구조

원통형리마도 원통형젠겔과 비슷하지만 다른 점은 절삭날의 수가 많은것이다.(6~12개) 그러므로 리마는 젠겔보다 더 매끈하게 구멍을 가공한다.

리마에는 이밖에도 원추리마, 기계리마, 손리마, 조절식리마 등이 있다.

(2) 지 구

볼반에서 쓰는 지구에는 공구고정용지구와 소재고정용지구, 안내지구가 있다.

- 공구고정용지구

공구고정용지구에는 사이토시, 물개 등이 있다.

볼반의 주축에 드릴, 젠겔, 리마 등의 공구를 맞출 때는 공구의 원추자루를 주축구멍에 직접 끼우는데 원추자루가 작거나 원통형자루로 되여있는것은 사이토시, 물개 등을 써서 고정한다.

사이토시는 공구의 원추자루가 주축구멍보다 작아서 맞지 않을 때 쓰는데 이것을 주축구멍에 먼저 끼우고 공구를 맞추어 든든히 고정한다.(그림 4-76)

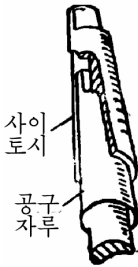
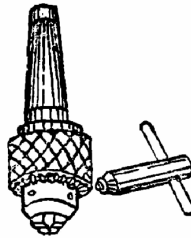
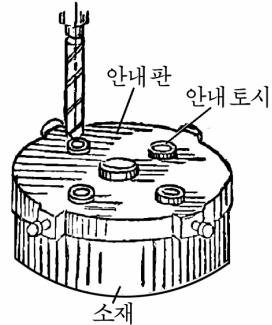



그림 4-76. 사이토시 　 그림 4-77. 드릴물개 　 그림 4-78. 안내지구

물개는 공구가 원통형으로 되여있을 때 쓰는데 공구를 물개에 맞추고 이것을 주축구멍에 맞춘다.(그림 4-77)

- 안내지구

안내지구는 공구의 방향을 안내하는 역할을 하는데 안내판과 안내토시로 되여있다.(그림 4-78)

안내지구를 쓰면 부분품의 구멍에 공구가 정확히 안내되며 또한 안내지구가 가공할 부분품의 구멍을 규정하기때문에 금긋기작업과 같은 보조작업이 필요없게 된다.

- 소재고정용지구

소재고정은 소재를 선반에서처럼 물개에 물리고 고정하지 못하므로 기계바이스, 삼각대, 계단지구, 직각대, 누름판 등을 써서 고정한다.(그림 4-79)

소재고정을 잘하여야 구멍을 정확히 가공할수 있다.

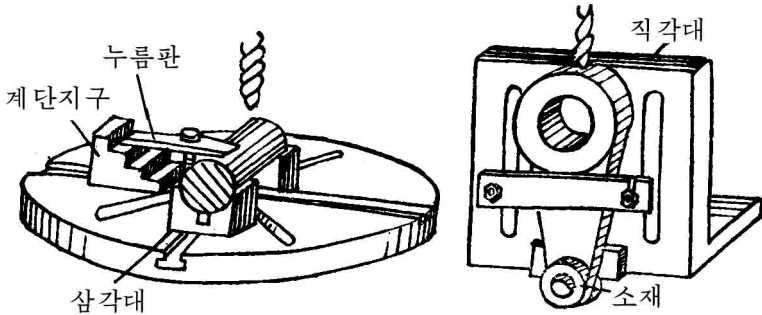



그림 4-79. 소재고정용지구

기계바이스는 기계의 테블우에 올려놓을수 있는 구조로 되였으며 우리가 《공작실습》에서 쓰는 바이스보다 크고 높이는 낮다.

누름판은 소재를 테블우에 올려놓고 나사로 조여 테블판에 눌러 고정하기 위한것으로서 여기에는 누름판을 고정하기 위한 구멍이 있다.

계단지구는 소재의 길이와 너비에 따라 여러 규격의 소재를 받칠수 있게 계단식으로 된 지구이다.

4) 볼반에서 소재가공

(1) 소재 및 공구설치

- 소재설치

볼반에서 소재는 바이스, 삼각대, 누름판을 쓰거나 안내지구를 써서 설치한다.

각형부분품들은 주로 기계바이스에 설치하며 원통형부분품과 형태가 복잡한 부분품은 여러가지 지구를 써서 든든히 고정한다. 소재가 무겁고 클 때에는 고정하지 않고 아래테블에 그대로 놓고 가공하기도 한다.

- 공구설치

볼반에서는 공구가 회전운동과 직선운동을 동시에 진행하므로 든든히 고정하여야 한다.(그림 4-80)

자루가 원통으로 된 드릴은 드릴물개를 써서 설치하며 주축구멍에 공구자루가 맞을 때에는 그대로 설치한다.

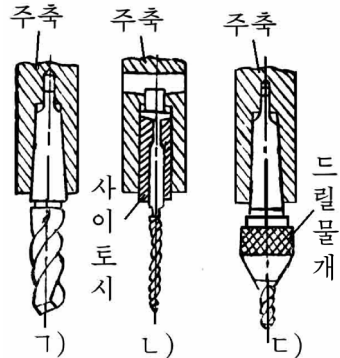



그림 4-80. 공구설치

ㄱ) 주축구멍에 공구자루가 맞을 때
ㄴ) 사이토시를 써서 설치
ㄷ) 드릴물개를 써서 설치

그러나 주축구멍에 공구자루가 맞지 않을 때에는 사이토시를 써서 설치한다.

볼반작업이 끝난 다음 주축에서 드릴을 뽑기 위해서는 주축의 웃구멍에 쐐기를 끼우고 손으로 누르든가 마치로 가볍게 쳐서 뽑는다.

(2) 볼반에서의 가공

- 드릴에 의한 구멍가공

드릴로 구멍을 가공할 때에는 먼저 가공할 원의 중심에 정자리를 내고 검사원과 뚫어야 할 구멍의 원을 긋되 검사원은 구멍의 직경보다 1~1.5㎜정도 더 작게 긋는다. 필요하면 금을 그은 원을 따라 정자리를 낸다.

구멍을 뚫을 때에는 먼저 수동보내기로 구멍직경의 1/4정도 되게 작은 구멍을 뚫고 드릴을 뽑은 다음 뚫은 구멍이 금긋기한 원과 중심이 맞는가를 검사한다. 만일 중심이 맞지 않았다면 다시 수정하며 맞았다면 자동보내기나 수동보내기로 뚫는다.

드릴로는 계단진구멍, 막힌구멍, 맞뚫린구멍, 반원구멍을 가공한다.

계단진구멍가공은 두가지 방법으로 하는데 먼저 얇고 긴 드릴로 뚫고 그다음 넓은 드릴로 뚫거나 반대로 먼저 넓은 드릴로 가공깊이를 작게 주어 뚫고 다음 얇고 긴 드릴로 가공깊이를 깊게 주어 뚫는다.(그림 4-81)

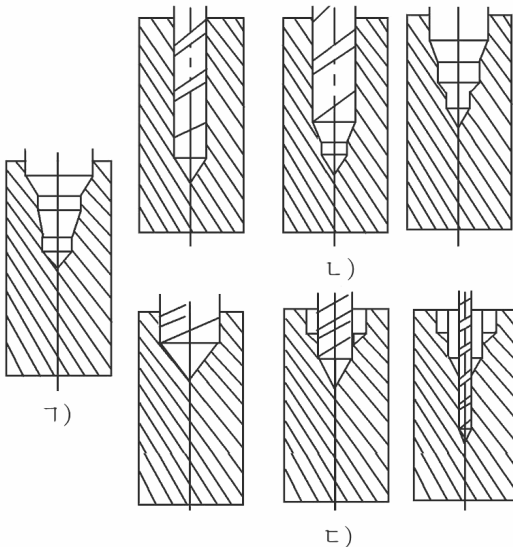



그림 4-81. 계단진 구멍의 가공

ㄱ) 가공할 구멍
ㄴ) 얇고 긴 드릴로 먼저 가공하는 방법
ㄷ) 넓은 드릴로 먼저 가공하는 방법

얇고 긴 드릴로 먼저 가공하면 구멍이 비뚤어지거나 넓어질수 있으며 구멍을 뚫기도 불편하다. 그러나 넓은 드릴로 먼저 가공하면 가공깊이가 점차 깊어지므로 안정하다. 따라서 계단진구멍은 둘째 방법으로 많이 뚫는다.

막힌구멍가공에서 제일 중요한것은 도면에 주어진 깊이를 정확히 보장하는것이다.

막힌구멍을 뚫는 방법에는 자주 재여보는 방법, 드릴에 백묵으로 가공깊이를 표시하고 뚫는 방법, 자동보내기제지장치를 써서 뚫는 방법이 있다.

그런데 자주 재여보는 방법과 백묵으로 표시하는 방법은 정확도가 잘 보장되지 않고 품이 많이 들기때문에 자동보내기제지장치를 써서 구멍을 뚫는것을 기본으로 한다.

맞뚫린구멍가공에서는 소재설치를 잘하는것이 중요하다. 이때는 소재의 밑에 구멍 또는 홈이 있는 받치개라든가 아니면 두개의 받침판을 놓고 고정한다.

구멍은 수동보내기를 주면서 뚫는데 구멍이 거의 맞뚫릴무렵에는 축방향힘을 작게 주어야 한다. 축방향힘을 크게 주면 구멍이 관통되는 순간 절삭날이 얇은 층에 박혀 들어가면서 가공면이 손상되고 드릴이 부러질수 있다.

반원구멍가공은 두가지 방법으로 한다.

그 하나는 두개의 같은 소재를 합쳐놓고 바이스에 고정한 다음 뚫는 방법이고 다른 하나는 그와 비슷한 소재를 맞대고 뚫는 방법이다.(그림 4-82)

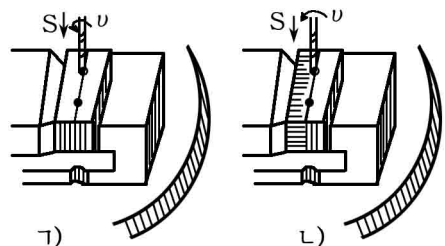



그림 4-82. 반원구멍뚫기

ㄱ) 두 소재를 합쳐서 구멍뚫기
ㄴ) 다른 소재를 리용하여 구멍뚫기

얇은 판에 구멍을 뚫을 때에는 소재의 밑에 받치개를 깔고 수동보내기로 뚫어야 한다.

볼반에서 드릴로 큰 구멍을 가공할 때에는 확대가공방법으로 한다. 즉 처음에 뚫으려는 구멍의 0.5~0.6배정도 되는 드릴로 작은 구멍을 먼저 뚫은 다음 다시 큰 드릴로 뚫는다. 직경이 작은 구멍(ϕ10㎜이하)은 절삭힘에 의한 드릴의 파괴를 미리막기 위해 보내기길이를 작게 주면서 빠른 회전수로 가공한다.

직경이 5㎜이하인 구멍은 손으로 수동보내기를 주면서 조심히 가공하여야 한다.

볼반에서 구멍을 가공할 때에는 구멍축선이 기울어지는 현상이 나타날 때가 있다. 드릴의 중심축선이 보내기방향과 일치되지 않으면 빗나가면서 구멍이 뚫어지는데 이때에는 드릴이 한쪽으로 눌리우면서 구멍을 가공하기때문에 가공되는 구멍은 점차 기울어진 구멍으로 된다. 그러므로 드릴의 중심축선이 정확히 소재에 수직으로 놓이는가를 검사하고 가공하여야 한다.

또한 소재를 든든히 설치하여 드릴로 구멍가공할 때 소재가 회전방향으로 따라 돌거나 움직이지 않게 하여야 한다.

- 젠겔에 의한 구멍가공

젠겔에 의한 구멍가공은 드릴로 가공한 구멍이나 주조 또는 단조하여 만든 구멍을 더 매끈하게 하기 위하여 진행한다.

만일 젠겔가공을 한 다음 다시 리마가공을 해야 할 경우에는 리마가공을 위한 여유를 남기고 가공하여야 한다.

- 리마에 의한 구멍가공

리마에 의한 구멍가공은 이미 뚫은 구멍의 정결도와 정밀도를 높이기 위한것인데 구멍을 완성가공하기 위한 가공이라고 볼수 있다. 그러므로 리마가공은 특별히 정밀하고 매끈하여야 할 구멍을 가공하는데 적용한다.

2. 보링반에서의 가공

1) 보링반의 사명 및 분류, 운동학적구성

(1) 보링반의 사명 및 분류

- 사 명

보링반은 동체부분품에 있는 여러가지 크기의 구멍들과 끝면들을 한 설치에서 가공할수 있는 기대이다.

보링반은 한 설치에서 가공품에 있는 여러개의 구멍을 바이트, 드릴, 젠겔, 리마로 절삭할수 있으며 속나사치기 및 끝면선삭, 끝면후라이스가공 등 여러가지 가공을 진행할수 있다.

보링반에서의 가공형태를 그림 4-83에 주었다.

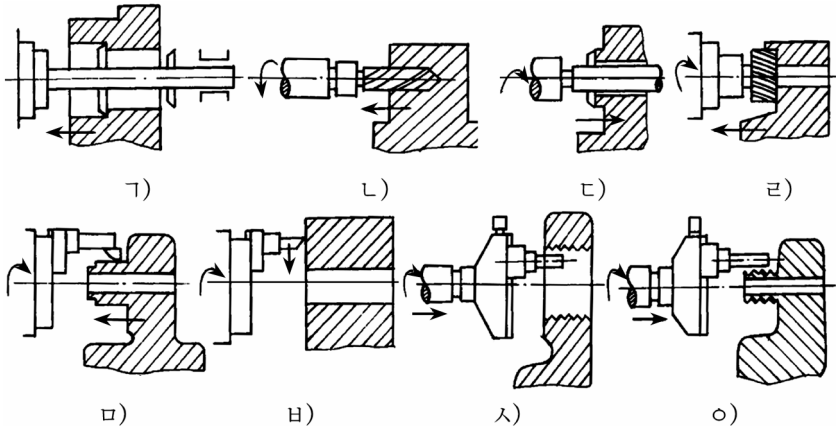



그림 4-83. 보링반에서의 가공형태

ㄱ) 바이트에 의한 구멍가공, ㄴ) 드릴(젠겔, 리마)에 의한 구멍가공, ㄷ) 바이트에 의한 끝면가공, ㄹ) 끝면의 후라이스가공, ㅁ) 원통외면가공, ㅂ) 바이트에 의한 끝면가공, ㅅ) 속나사치기, ㅇ) 걸나사치기

- 보링반의 분류 및 특징

- 수평보링반 - 기대의 주축이 수평으로 놓여있다.
- 수평수직보링반 - 주축이 수평 및 수직으로 2개 놓여있다.
- 금강석보링반 - 정밀한 구멍을 고속정밀선삭할수 있는데 금강석 또는 경질합금바이트로 가공한다.
- 자리표보링반- 구멍직경치수뿐아니라 구멍들사이거리를 0.001~0.005㎜ 한계에서 정확히 보장한다.

(2) 운동학적구성

그림 4-84에는 보링반에서 진행되는 운동을 주었다.

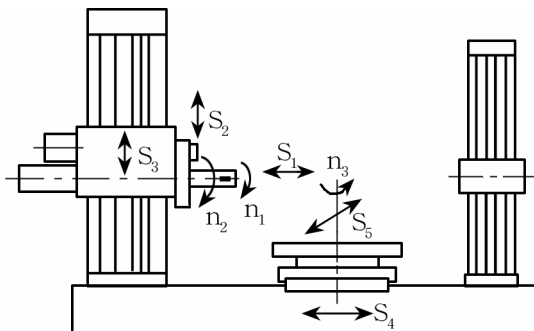



그림 4-84. 보링반의 운동학적구성

보링반에서 수행되는 작업운동들로서는 주축의 회전운동(n_1), 면판의 회전운동(n_2), 주축의 축선방향보내기(S_1), 면판에서 인물대의 반경방향보내기(S_2), 주축함의 수직방향으로의 운동(S_3), 테블의 세로보내기(S_4), 가로보내기(S_5) 및 테블의 회전(n_3) 등이다.

2) 보링반에서의 가공

(1) 구멍가공

보링반에서의 구멍가공은 심봉에 설치된 바이트 혹은 드릴, 젠겔 및 리마 등에 의하여 진행된다.

그림 4-85에는 심봉에 바이트를 설치하는 방법들을 주었다.

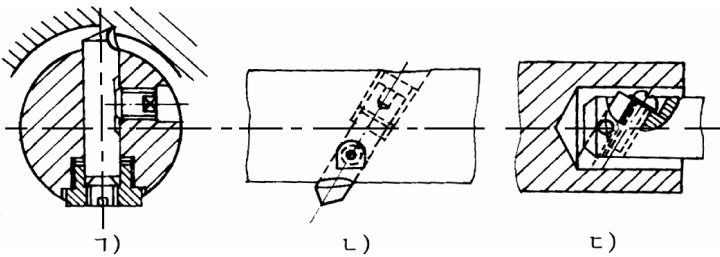



그림 4-85. 심봉에 대한 바이트의 설치방법들

ㄱ) 직경이 큰 경우, ㄴ) 바이트의 돌출길이를 조절하는 경우,
ㄷ) 막힌 구멍을 내면선삭하는 경우

그림에서와 같이 직경이 큰 경우에는 바이트를 수직으로 설치하며 바이트의 돌출길이를 조절하는 경우, 막힌 구멍을 내면선삭하는 경우에도 경사지게 설치한다.

보링반에서 구멍가공할 때 주운동은 언제나 주축의 회전으로 공구가 수행하고 보내기는 공구 또는 가공품(테블)이 수행한다.

공구가 세로보내기를 할 때에는 가공되는 구멍의 길이에 따라 심봉의 돌출길이가 길어지기때문에 절삭힘에 의한 심봉과 주축의 처짐이 커진다. 구멍은 길이에 따라 작아진다.(원추도가 형성된다.)

가공품(테블)이 세로보내기를 할 때 심봉과 주축의 처짐이 구멍의 전체 길이에 따라 같기때문에 구멍의 직경은 일정하다.

(2) 끌면(평면)가공

가공품의 끌면은 바이트를 면판에 설치하고 수직 및 가로보내기를 주는 방법으로 또는 방사왕복대를 써서 반경방향보내기를 주는 방법으로 가공할수 있다.

또한 주축에 끌면후라이스를 설치하여 수직 및 가로보내기를 주면서 가공할수 있다.

(3) 원추구멍가공

보링반에서는 지구를 써서 짧은 원추면뿐아니라 임의의 원추도를 가진 긴 원추면도 가공할수 있다. 그림 4-86에 짧은 원추구멍략도를 주었다.

지구본체에 있는 안내홈에 가공하려는 원추각(α)의 1/2 되게 보내기나사가 있다. 보내기나사는 바이트가 설치된 바이트설치대에 세로보내기를 준다. 보내기나사의 한끝에는 핀치차가 있는데 이것은 지구전체가 회전하는 파정에 기대의 부동부분에 고정된 걸턱에 걸려 주기적으로 돈다. 그리하여 원추면이 가공된다.

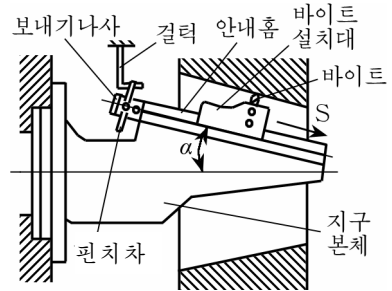



그림 4-86. 원추구멍가공

긴 원추구멍의 가공지구는 지구본체가 심봉으로 되였다는데 차이가 있을뿐이다.

련습문제

1. 볼반에서 쓰는 공구에는 어떤것들이 있으며 선반에서 쓰는 바이트와 어떤 차이가 있는가를 설명하여라.
2. 계단진 구멍을 뚫는 두가지 방법을 설명하고 서로의 차이점을 말하여라.
3. 얇은 소재에 구멍을 뚫을 때는 왜 회전수를 빠르게 하고 보내기량을 작게 주는가를 설명하여라.
4. 보링반에서 쓰이는 바이트의 설치방법에 대하여 설명하여라.

제5절. 후라이스반에서의 가공

1. 후라이스반의 사명과 분류

모든 기계부분품들은 여러가지 모양의 면과 홈을 가지고있다.

이러한 면과 홈들은 주로 후라이스반에서 가공한다.

후라이스반은 여러개의 절삭날을 가진 공구(후라이스)를 회전시켜 소재를 가공한다.

후라이스반은 여러가지 면과 홈을 가공할수 있고 가공속도도 높기 때문에 선반 다음으로 많이 쓰이는 공작기계이다.

후라이스에 의한 대표적인 가공형태를 그림 4-87에 주었다.

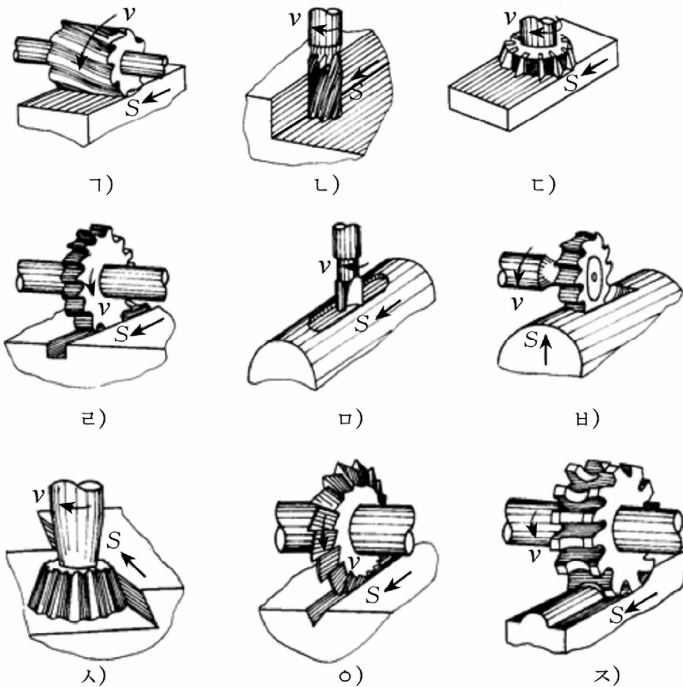



그림 4-87. 후라이스가공형태

ㄱ) 원통후라이스가공, ㄴ) 밀날후라이스가공, ㄷ) 끌면후라이스가공,
ㄹ) 원판후라이스가공, ㅁ) 키홈후라이스가공, ㅂ) 반달키홈후라이스가공,
ㅅ, ㅇ) 각도후라이스가공, ㅈ) 총형후라이스가공

후라이스반에서 가공품은 그림에서 보는것처럼 공구(후라이스)의 회

전운동과 소재의 수평, 수직보내기운동에 의하여 가공된다.

후라이스반에서는 주축에 공구를 설치하며 테블에는 가공품을 설치한다. 이때 주축에는 회전운동을, 테블에는 보내기운동을 준다.

원통후라이스를 쓰는 기대에서는 주축이 기대에 수평으로 놓이며 밑날후라이스를 쓰는 기대에서는 주축이 수직으로 놓인다.

후라이스반은 주축의 배치에 따라 수직후라이스반과 수평후라이스반으로 나누며 그의 사명과 가공특성에 따라 만능후라이스반과 보통후라이스반, 전문후라이스반으로 나눈다.

수직후라이스반은 주축이 테블에 수직으로 배치된것이며 수평후라이스반은 주축이 테블에 수평으로 배치된것이다.

만능후라이스반은 테블을 수평상태에서 임의의 각도로 돌릴수 있게 된 후라이스반인데 부분품가공에 가장 많이 쓰이는 공작기계들중의 하나이다.

2. 후라이스반의 구조와 작용원리

1) 구 조

후라이스반의 구조를 수평만능후라이스반을 놓고 보기로 하자.

수평만능후라이스반은 크게 기초판, 왕복대, 인물대, 테블, 보내기함, 분할함, 승강대 등으로 이루어져있다.(그림 4-88)

기초판은 기대의 기초역할을 하는데 여기에 베트가 수직으로 놓여있다.

베트는 기대의 기본본체로서 여기에 승강대와 왕복대가 설치되여있고 주축의 변속장치가 들어있다.

승강대는 베트의 수직안내면을 따라 오르내릴수 있는데 왼쪽에는 보내기함, 오른쪽에는 분할함이 있다.

보내기함에는 테블의 보내기속도를 변화시키는 장치들이 들어있다.

분할함에는 테블의 보내기방향과 작업보내기운동, 고속보내기운동을 조종하는 장치들이 들어있다.

테블은 승강대우에서 세로보내기운동과 가로보내기운동, 수직보내기운동을 할수 있고 회전판에 의하여 좌우로 45°씩 돌수 있다.

승강대는 베트와 련결되여있고 끌에는 공구설치축의 한끌을 받들어주는 인물대가 설치되여있다.

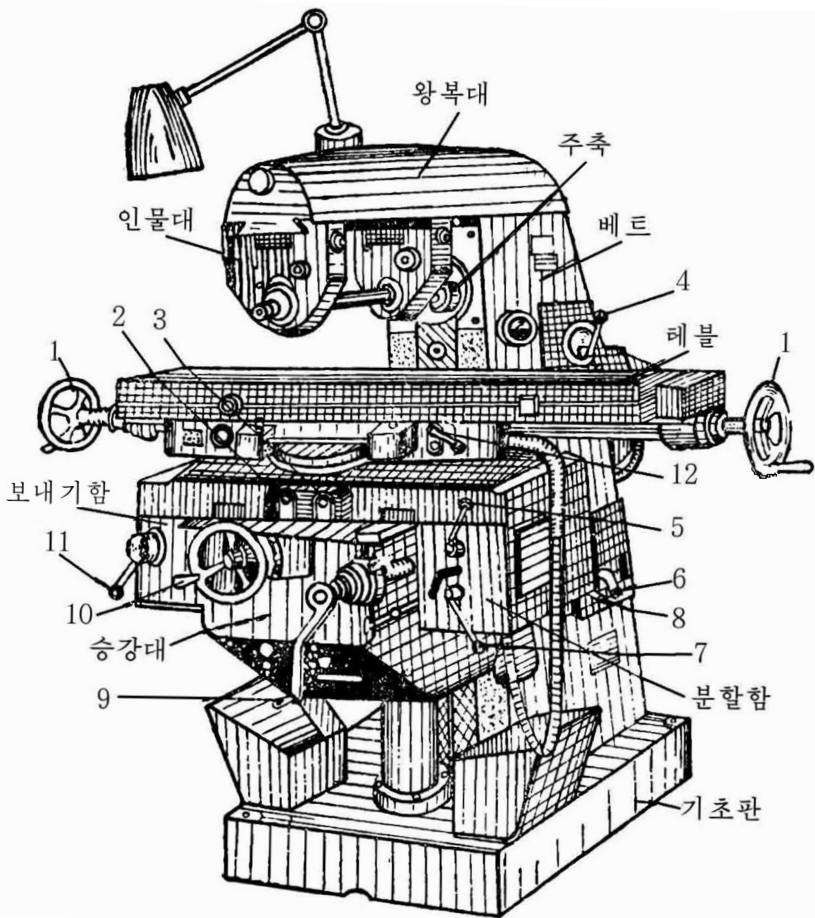



그림 4-88. 수평만능후라이스반의 외형

2) 작용원리

후라이스반에서 특징적인것은 주운동전달계통과 보내기운동전달계통이 서로 분리되여있는것이다.

후라이스반의 운동전달원리를 보면 다음과 같다.(그림 4-89)

주운동은 주전동기의 회전운동이 여러 변속치차로 되여있는 주운동변속단에서 여러가지 속도로 변속되여 주축을 회전시켜주는 방법으로 진행된다. 이때 주운동은 변속단에 들어있는 3단치차와 2단치차에 의하여 12단으로 변속된다.

보내기운동은 보내기전동기의 회전운동이 라크치차와 원추치차에

의해 저속보내기변속단과 고속보내기변속단을 거쳐 테블과 승강대로 전달된다.

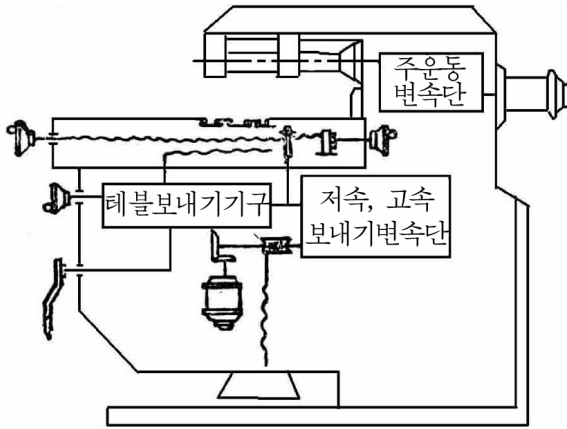



그림 4-89. 후라이스반의 운동전달원리략도

이때에도 역시 치차들의 변속에 의하여 13개 단으로 속도가 얻어진다.

3) 조종손잡이들의 역할(그림 4-88)

테블의 수동세로보내기손잡이(1)- 테블의 수동세로보내기를 주기 위한것인데 손잡이를 시계바늘이 도는 방향으로 돌리면 테블은 손잡이쪽으로부터 멀어지는 방향으로 이동한다.

주전동기의 시동 및 정지스위치(2, 3)- 스위치 2를 누르면 주전동기가 돌고 3을 누르면 멎는다.

주축회전수변속손잡이(4)- 주축의 회전속도를 조절하기 위한 손잡이인데 변속손잡이앞에 표시된 위치에 맞게 조절하게 되여있다.

테블의 보내기방향변환 및 작업보내기와 고속보내기조종손잡이(5)- 테블의 보내기방향을 바꾸고 작업보내기와 고속보내기를 주기 위한 손잡이이다.

손잡이를 시계바늘이 도는 방향과 반대방향으로 돌리면 보내기방향이 바뀌고 시계바늘이 도는 방향으로 돌리면 작업보내기가 진행되며 같은 방향으로 더 돌리면 고속보내기가 진행된다.

총스위치(6)- 손잡이가 수직인 때가 열린 상태인데 손잡이를 시계바늘이 도는 방향으로 돌리면 닫긴다.

랭각수전동기를 돌리는 스위치(7)- 랭각수전동기를 돌리기 위한 전동기로서 총스위치 6과 같은 방법으로 조종한다.

테블의 세로, 가로, 수직보내기를 주기 위한 손잡이(8)- 테블의 세로, 가로, 수직보내기를 주기 위한것인데 손잡이를 내리면 가로보내기가 진행되고 수평상태로 놓으면 세로보내기가 진행된다.

승강대의 수직보내기손잡이(9)- 테블에 수직방향수동보내기를 주기 위한것으로서 손잡이를 시계바늘이 도는 방향으로 돌리면 테블이 우로 올라가고 반대로 돌리면 내려오면서 보내기가 진행된다.

테블의 수동가로보내기손잡이(10)- 테블의 수동가로보내기를 주기 위한것으로서 손잡이를 시계바늘이 도는 방향으로 돌리면 테블이 기대쪽으로 들어가면서 보내기가 진행되고 반대로 돌리면 나오면서 보내기가 진행된다.

테블의 보내기속도변속손잡이(11)- 테블의 가로, 세로, 수직방향을 조종하기 위한것으로서 손잡이를 떨구면 가로보내기가 련결되고 수평상태로 놓으면 세로보내기가 련결되며 우로 올리면 수직보내기가 련결된다.

테블의 세로보내기운동 및 회전테블의 운동을 련결하기 위한 손잡이(12)- 손잡이를 수평상태로 올리면 세로보내기운동이 련결되고 내리면 회전테블운동이 련결된다.

3. 후라이스반에서 쓰는 공구 및 지구

1) 공 구

후라이스반에서는 원통후라이스, 원판후라이스, 밀날후라이스, 각도후라이스, 모양후라이스와 같은 공구들을 쓴다.(그림 4-90)

원통후라이스는 평면을 가공하기 위해 쓴다. 원통후라이스에는 원통면에 절삭날들이 있다.

원판후라이스는 평면, 홈, 턱 등을 가공할 때 쓴다. 원판후라이스에는 절삭날이 원통면에 있는것과 한쪽 끝면 또는 량쪽 끝면에 있는것이 있다.

밀날후라이스는 턱과 홈을 가공하는데 쓴다. 밀날후라이스에는 원통면과 끝면에 절삭날이 있다.

끝면후라이스는 큰 평면을 가공하는데 쓴다. 끝면후라이스에는 원통면과 끝면에 절삭날이 있다.

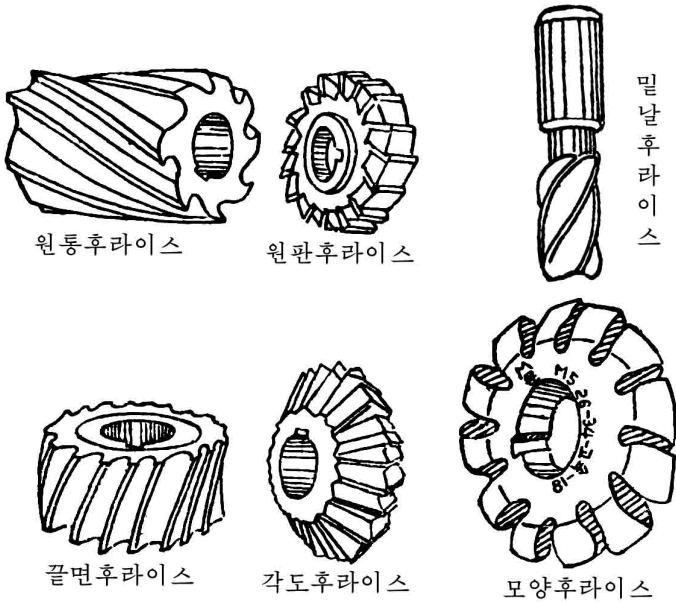



그림 4-90. 후라이스의 종류

각도후라이스는 각을 잡아주기 위해 쓴다. 각도후라이스의 각은 30°, 45°, 60°로 규격화되여있다.

모양후라이스는 가공하려는 모양과 같은 절삭날을 가지고있으며 라선드릴과 같은 모양을 가진 홈을 가공하는데 쓴다.

후라이스의 구조도 드릴과 같이 자루, 목, 작업부분으로 되여있다.(그림 4-91)

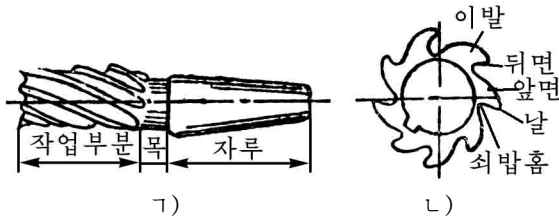



그림 4-91. 후라이스의 구조
ㄱ) 구조, ㄴ) 절삭날

작업부분에는 이발과 쇠밥홈이 있는데 이발은 앞면과 뒤면, 날로 되여있다.

날은 소재를 깎아내며 쇠밥홈은 깎아진 쇠밥을 라선으로 된 홈을 통하여 떨어지게 한다.

작업부분은 날과 본체가 통짜로 되여있는것과 본체에 날을 끼워 조립하게 되여있는것이 있다.

그림 4-92. 속대

2) 지 구

후라이스반에서도 공구와 소재를 고정할 때 속대, 세이발물개, 바이스, 분할대 등 여러가지 지구를 쓴다.

(1) 공구고정용지구

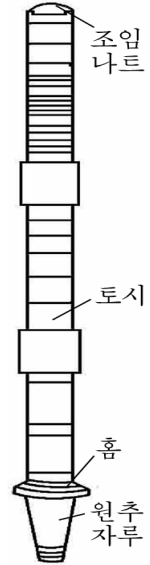
공구를 고정하는 지구로는 속대, 퇴성물개 등을 쓴다.

- 속 대

속대는 원통후라이스나 원판후라이스를 비롯한 구멍형공구를 설치할 때 쓴다.(그림 4-92)

속대에서 원추자루는 후라이스반의 주축구멍에 맞추어지며 홈은 주축의 끝면에 있는 키에 끼워진다.

토시는 후라이스의 자리를 잡아주며 조임나트는 후라이스와 토시가 움직이지 못하게 조여준다.

- 퇴성물개

퇴성물개는 자루가 원통으로 된 밀날후라이스를 설치하는데 쓴다.(그림 4-93)

퇴성물개에 공구를 고정하기 위해서는 조임나트를 돌려 세이발물개가 벌어지게 한 다음 공구를 설치하고 조임나트를 조이면 된다.

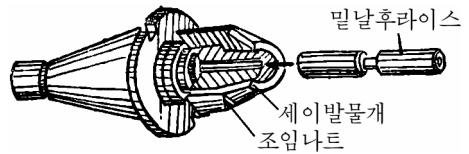



그림 4-93. 퇴성물개

(2) 소재고정용지구

후라이스가공할 때 소재들은 직각판, 직각대, 여러가지 바이스 등과 같은 지구들을 써서 고정한다.

직각판은 두꺼운 판의 끝면이나 가공면과 설치면이 수직인 소재를 설치할 때 쓰며 직각대는 소재의 두께가 길이와 너비에 비하여 아주 작을 때 쓴다. 그리고 바이스는 주로 원통형소재를 설치할 때 쓴다.

(3) 분할대

분할대는 소재의 원둘레를 임의의 수로 등분하는 지구로서 볼트머리, 치차, 스프라인홈 등을 깎는데 쓴다.

분할대는 본체, 회전부분, 주축, 손잡이, 분할칼, 교환치차축, 분할판 등으로 되여있다.(그림 4-94)

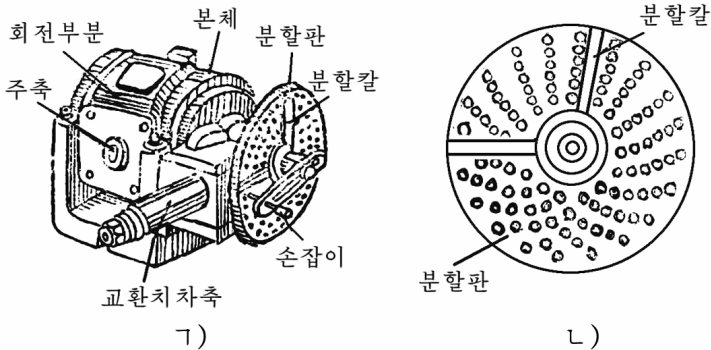



그림 4-94. 분할대
ㄱ) 구조, ㄴ) 손잡이축에 있는 분할판

분할판은 주축에 한개, 손잡이축에 한개가 있다.

주축에 있는 분할판은 간단한 분할을 할 때 쓰는데 3개의 동심원둘레에 구멍이 24, 30, 36개씩 있다.

손잡이축에 있는 분할판은 주축에 있는 분할판으로 나눌수 없는 경우에 쓴다.

이 분할판의 앞뒤면에는 다음과 같은 개수의 구멍이 있다.

앞면: 24, 25, 28, 30, 34, 37, 38, 39, 41, 42, 43
뒤면: 46, 47, 49, 51, 53, 54, 57, 58, 59, 62, 66

먼저 주축에 있는 분할판으로 분할하는 방법에 대하여 보기로 하자.

주축에 있는 분할판에는 구멍수가 24, 30, 36개로 되여있는데 이것으로는 원둘레를 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 18, 24, 30, 36개로 등분할수 있다.

실례로 가공할 소재의 원둘레를 6등분하려 한다고 하자. 이것은 24, 30, 36구멍줄을 다 써서 나눌수 있지만 여기서는 24구멍줄을 써서 나누는 방법에 대해서만 보기로 한다.

24구멍줄을 쓴다면 $\frac{24}{6}=4$ 즉 24개의 구멍에서 한번에 4구멍만큼씩 손잡이로 주축을 돌려주면 된다. 이때 주축은 $\frac{1}{6}$만큼씩 돌아간다.

만일 소재의 원둘레를 8등분한다면 이때는 오직 24구멍줄에서밖에 나눌수 없다. 그것은 30구멍줄이나 36구멍줄들은 8로 나누어지지 않기때문이다.

다음으로 손잡이축에 있는 분할판에 의한 분할방법에 대하여 보기로 하자.

먼저 가공할 소재의 원둘레의 등분수에 맞게 분할판의 손잡이를 얼마나 돌려야 하는가를 다음식으로 구한다.

$$n = \frac{A}{B} = \frac{N}{Z}$$

여기서 A - 손잡이로 돌려주는 구멍수

B - 원둘레에 있는 구멍수

Z - 분할수

N - 분할대의 특성값(보통 N=40이며 특수하게 60, 80, 120이 있다.)

n - 손잡이회전수

웃식에서 구한 값만큼 분할판을 돌려주면 된다.

실례로 분할대의 특성값이 N=40인 때 소재의 원둘레를 5등분하려한다고 하자.

이때 손잡이의 회전수는 다음과 같다.

$$n = \frac{A}{B} = \frac{N}{Z} = \frac{40}{5} = 8$$

즉 손잡이를 8번 돌려주면 된다. 다시말하여 분할판의 구멍수에 관계없이 손잡이를 8바퀴 돌리면 주축은 1/5만큼 돌아간다.

4. 후라이스반에서 소재가공

후라이스반에서는 선반과는 달리 절삭공구인 후라이스가 회전하면서 가공한다.

이미 앞에서 본바와 같이 선반에서는 돌아가는 소재를 바이트가 이동하면서 련속적으로 가공한다. 그러나 후라이스반에서는 제자리에서 돌아가는 후라이스에 소재를 들이밀면서 가공한다. 그러므로 후라이스의 이발은 절삭층에 닿을 때마다 충격을 받으며 깎이여지는 쇠밥의 두

께도 일정하지 못하다. 결과 절삭과정에 떨기현상이 심하게 일어난다. 이런 현상을 없애고 절삭과정을 원활하게 하기 위하여 후라이스의 이발들은 라선형으로 만든다.

1) 소재설치 및 후라이스설치

(1) 소재설치

후라이스반에서 소재는 직각대, 누르개, 직각판이나 바이스로 설치한다.(그림 4-95)

소재의 두께가 길이와 너비에 비하여 작을 때에는 직각대를 리용하며 큰 함이나 넓은 판으로 된 소재는 누르개를 써서 테블에 설치한다.

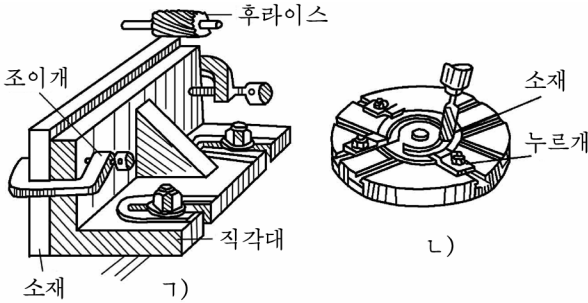



그림 4-95. 소재의 설치방법

ㄱ) 직각대에 의한 소재의 설치, ㄴ) 누르개에 의한 소재의 설치

바이스에 소재를 설치할 때에는 그림 4-96에서 보는바와 같이 받침대를 써야 한다.

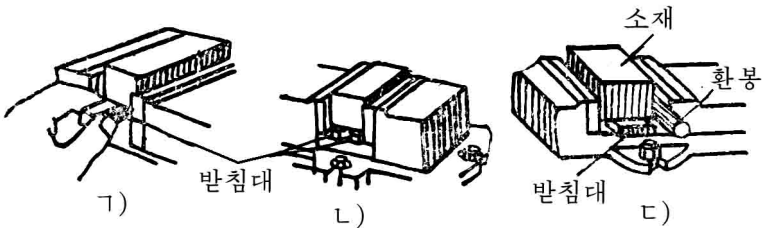



그림 4-96. 바이스에 의한 소재설치

ㄱ) 받침대가 한개인 경우, ㄴ) 받침대가 두개인 경우,
ㄷ) 환봉을 쓴 경우

소재의 두께가 작을 때에는 소재의 너비보다 좁은 받침대를 받쳐주며 소재의 너비가 클 때에는 두개의 받침대를 받쳐주어 설치한다.

동이나 알루미니움으로 된 소재를 설치할 때에는 쭈그러지거나 손상되지 않게 바이스입술의 량옆에 나무각재를 대고 설치한다.

소재는 후라이스로 깎을 때 이발이 바이스에 닿지 않도록 하기 위해서 가공여유를 내놓고 10~15㎜정도 높게 설치한다.

소재를 설치한 다음에는 소재가 수평으로 정확히 설치되였는가를 검사한다.

(2) 후라이스의 설치

후라이스는 기대에 속대로 설치한다.(그림 4-97)

원통후라이스를 속대에 설치할 때에는 먼저 왕복대에 있는 인물대를 떼낸다. 그다음 주축에 속대를 맞추어끼우고 원통후라이스와 토시를 속대에 끼우며 인물대를 설치한다.

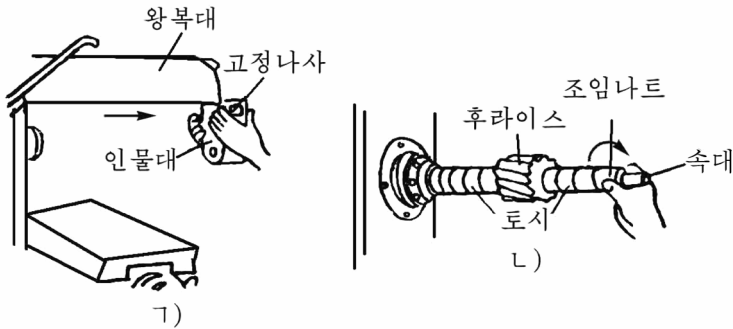



그림 4-97. 원통후라이스반의 설치
ㄱ) 인물대를 떼는 방법, ㄴ) 속대를 끼우는 방법

만일 원통후라이스를 두개 설치할 때에는 축방향으로 작용하는 힘이 서로 마주 향하도록 설치하여야 주축에 작용하는 축방향힘이 작아지고 깎은 겉면의 정결도도 높아진다.(그림 4-98)

끝면후라이스를 속대에 설치할 때에는 끝면후라이스의 키홈에 속대의 키홈을 맞추어끼운 다음 고정볼트로 고정하고 기대에 설치한다.

이것을 수평후라이스반에 설치한다면 인물대를 뽑고 왕복대를 뒤로 완전히 밀어뽑은 상태에서 주축에 끼우며 수직후라이스반에 설치할 때에는 속대의 원추부분을 주축의 원추구멍에 맞추고 조임볼트를 조여서 설치한다.

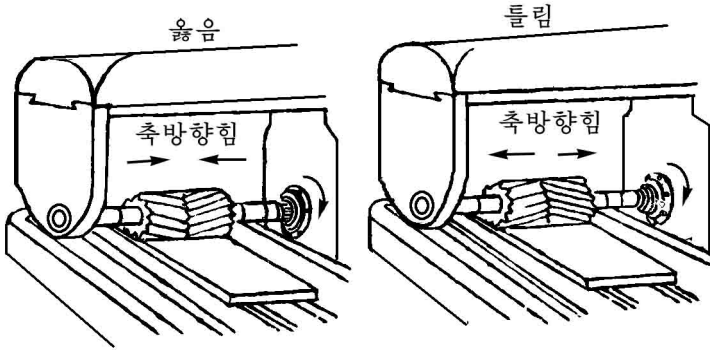



그림 4-98. 두개의 원통후라이스를 설치하는 방법

2) 후라이스가공

후라이스가공은 보내기를 주는 방향에 따라 같은방향후라이스가공과 반대방향후라이스가공으로 나눈다.(그림 4-99)

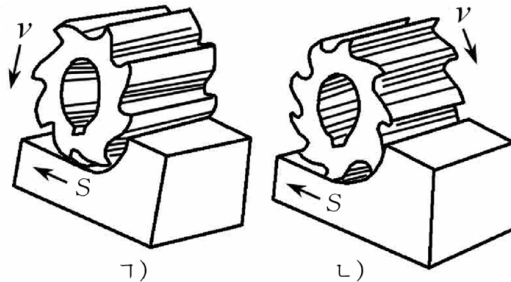



그림 4-99. 후라이스가공방법
ㄱ) 반대방향가공방법, ㄴ) 같은방향가공방법

그림의 ㄱ)에서 보는바와 같이 후라이스의 회전방향과 반대로 소재를 움직여서 가공할 때에는 후라이스의 한개 이발당 깎아내는 절삭층의 두께가 점점 커진다. 따라서 이발의 뒤면은 심한 마찰을 받으며 이 마찰에 의하여 깎아지는 면은 굳어지면서 후라이스의 날이 빨리 마모된다. 또한 이때 절삭힘이 소재를 테블에서 떼여내는 방향으로 작용하므로 아래우방향으로의 떨기가 일어난다. 이 현상에 의하여 깎아진 겉면의 정결도가 낮아진다.

그러나 그림의 ㄴ)와 같이 후라이스의 회전방향과 같은 방향으로 소재를 이동시키면서 가공할 때에는 후라이스의 한개 이발당 깎아지는 절삭층의 두께가 점점 작아진다. 이때에는 깎아지는 겉면이 굳어지지

않으며 절삭날의 마모도 심하지 않다. 또한 절삭힘도 소재를 누르는 방향으로 가공할 때에는 반대방향으로 가공할 때에 비하여 걸면정결도가 1~2급정도 더 높아진다.

그러나 주철걸면을 같은방향가공방법으로 가공하는 경우에는 절삭날이 굳은 걸면으로부터 깎기때문에 마모가 심하여 절삭날의 수명이 인차 감소된다. 이때에는 반대방향가공방법으로 깎아야 한다.

후라이스반작업에서 절삭속도는 후라이스의 원둘레속도로서 가공하는 재료의 성질, 후라이스의 재질, 가공너비와 가공깊이, 보내기량, 랭각수 등에 관계된다.

보내기량은 테블이 이동하는 량으로서 여기에는 이발보내기량, 회전보내기량, 분당보내기량이 있다. 여기서 말하는 이발보내기량은 후라이스의 한 이발이 한번 깎는 동안 테블이 이동한 량이고 회전보내기량은 후라이스가 한바퀴 돌 때 테블이 이동하는 량이며 분당보내기량은 1min동안에 테블이 이동한 량을 말한다.

(1) 평면가공

후라이스반에서 평면은 원통후라이스와 끝면후라이스로 가공한다.

깎는 면이 좁을 때에는 테블에 세로보내기를 주면서 한 통과로 전체너비를 깎는다. 그러나 깎는 면이 넓을 때에는 한 행정이 끝나면 테블에 가로보내기를 주거나 후라이스를 한번에 두개씩 설치하여 깎는다.

만일 가공하려는 소재가 여러개의 평면으로 이루어진 경우에는 여러개의 후라이스로 동시에 가공할수도 있다.

평면을 가공할 때에는 처음에 시험적으로 소재를 깎아보면서 후라이스의 위치를 조절한 다음 가공을 시작한다. 거친가공이 끝나면 절삭속도를 높여서 정결가공을 한다.

(2) 홈가공

후라이스반에서는 막힌홈, 열린홈, 축의 키홈, T형홈, 제비꼬리홈, 라선홈 등 여러가지 모양의 홈들을 가공한다.

열린홈은 원판후라이스로 수평후라이스반에서 가공하며 막힌홈은 밑날후라이스로 수직후라이스반에서 가공한다.(그림 4-100의 ㄱ, ㄴ)

T형홈과 제비꼬리홈은 홈의 특성에 맞게 먼저 원판후라이스와 밑날후라이스로 가공하고 다시 T형후라이스와 제비꼬리형후라이스로 가공한다.

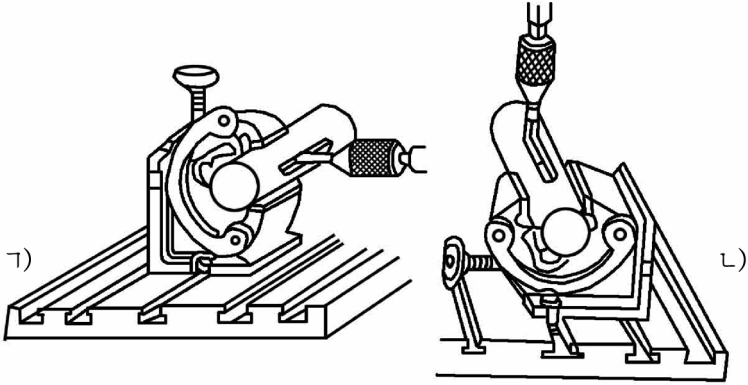



그림 4-100. 홈가공
ㄱ) 수평후라이스반에서 열린 홈가공,
ㄴ) 수직후라이스반에서 막힌 홈가공

치차나 스프라인홈, 드릴, 젠겔, 리마, 후라이스 등 회전체의 겉면에 있는 홈을 가공할 때에는 분할대를 리용한다.

여기서는 분할대를 리용하여 치차이발을 가공하는 방법에 대해서만 보기로 한다.(그림 4-101)

분할대를 리용하여 치차를 가공할 때에는 우선 테블우에 분할대를 올려놓고 분할대의 주축을 심압대의 중심과 일치시킨 다음 그사이에 소재를 설치하고 후라이스로 한개의 이발홈을 가공한다. 다음 소재를 분할된 량만큼 분할손잡이로 돌리고 다른 이발홈을 가공한다. 이때 분할은 앞에서 본 분할방법에 의해 치차나 해당 소재의 홈의 개수만큼 계산된 크기로 잡아서 진행한다.

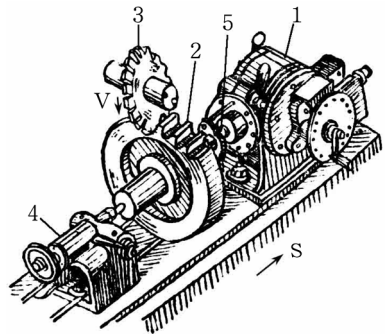



그림 4-101. 분할대를 리용한 치차가공
1- 분할대, 2- 소재, 3- 후라이스,
4- 심압대, 5- 주축

(3) 자르기

자르기는 수평후라이스반에서 원판후라이스로 한다.(그림 4-102)

얇고 옆면에 날이 있는 한면원판후라이스로 자르는 경우에는 깎는 면과 후라이스사이에서 마찰이 심하기때문에 잘린 부분을 벌려줄 목적으로 쐐기를 끼운다.

그림 4-102. 자르기
1- 한면원판후라이스, 2- 소재, 3- 바이스

(4) 모사가공

모양이 복잡한 부분품은 모사가공방법으로 가공한다.

모사가공방법이란 본을 가지고 형태가 복잡한 모양면을 가공하는 방법을 말한다. 이것은 마치도 양복점에서 옷을 만들 때 본을 써서 천을 재단하는것과 같이 생각할수 있다.

모사가공은 부분품의 모양과 같은 모사형(본)을 리용하여 진행한다. 모사가공에서는 테블을 일정한 속도로 세로방향으로 움직이고 중간썰매를 모사형의 테두리를 따라 자유롭게 움직여 소재를 가공한다.

모사가공으로는 복잡한 형태를 가진 부분품을 높은 기능이 없어도 쉽게 그리고 정확하게 가공할수 있다.

련습문제

1. 후라이스의 종류와 쓰임에 대하여 설명하여라.
2. 후라이스와 바이트의 차이점에 대하여 설명하여라.
3. 후라이스반에서 후라이스설치방법을 설명하여라.
4. 후라이스반에서 쓰는 분할판에 의한 분할방법을 설명하여라.
5. 후라이스가공에서 반대방향가공방법과 같은방향가공방법의 차이점을 말하여라.

제6절. 평삭반 및 브로치반에서의 가공

1. 평삭반에서의 가공

평삭반류형에는 평삭반(프레나), 형삭반(쎄빠) 및 종삭반(스로타)들이 있다. 이 기대들에서는 평면, 여러가지 모양의 홈, 다각형면들을 가공할수 있다.

물론 앞에서 고찰한 후라이스반에서 평면이나 홈을 가공할수도 있으나 평삭반류형의 기대들에서 평면이나 홈을 가공하는것이 매우 편리한 경우가 있으므로 이 기대들에 대하여 보기로 한다.

1) 평삭반(프레나)

평삭반은 가공품이 설치된 테블이 왕복운동을 하면서 절삭가공하는 공작기계이다. 일명 프레나라고 한다.

평삭반은 후라이스반이나 형삭반에서는 가공할수 없는 큰 부분품들의 평면이나 곧은 홈(길이 1~1.5m이상)을 가공하게 되여있다. 평삭반의 기본구성부분은 베트, 테블, 승강대, 왕복대, 가름대, 기둥 등이다.

평삭반에서 가공품은 베트의 안내면을 따라 왕복운동(주운동)을 하는 테블에 설치되며 공구(바이트)는 수평왕복대와 측면왕복대에 설치된다. 수평왕복대는 승강대의 안내면을 따라 움직일수 있게 되여있으며 여기에 설치된 공구는 수평(기대의 너비방향) 및 수직(기대의 높이방향)방향으로 보내기운동을 하게 되여있다. 측면왕복대에 설치된 공구는 그의 수평안내면을 따라 수평방향보내기를 할수 있고 측면왕복대가 기둥을 따라 오르내릴수 있으므로 수직방향보내기도 할수 있게 되여있다.

테블의 왕복운동은 여러가지 방법으로 실현할수 있는데 그중에서도 라크와 라크치차 또는 웜과 웜치차에 의해서 보장하는것이 많다.

평삭반에는 외기둥식과 쌍기둥식이 있다.(그림 4-103)

외기둥식평삭반은 기대자체의 억세기가 쌍기둥식보다 약하지만 쌍기둥식에서 가공할수 없는 보다 넓은 소재를 가공할수 있다.

쌍기둥식평삭반은 외기둥식평삭반보다 기둥이 하나 더 있고 두 기둥 웃끝은 가름대로 련결되였으므로 기대의 억세기가 높다. 그리고 측면왕복대도 하나 더 가지고있으므로 작업이 편리하다.

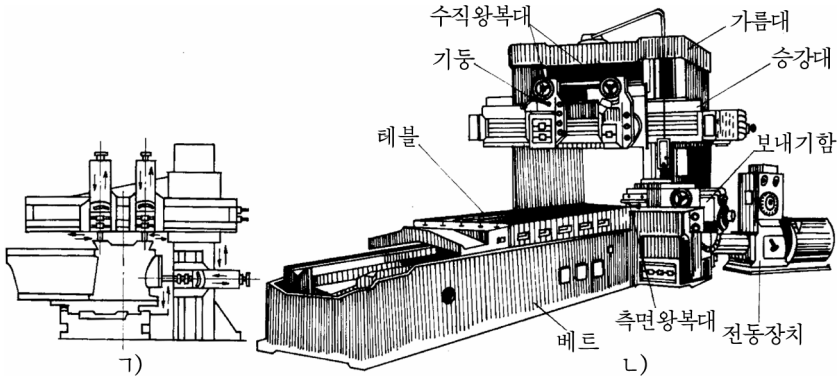



그림 4-103. 평삭반의 겉모양

ㄱ) 외기둥식평삭반, ㄴ) 쌍기둥식평삭반

그러면 평삭반의 운동원리를 《평11-1250형》평삭반을 놓고 고찰해보자.

주운동 즉 테블의 왕복운동은 전자석크라치에 의하여 수행된다.

테블의 왕복운동에서 중요한것은 절삭(작업행정)할 때에는 속도가 빠르지 말아야 하고 후퇴(공행정)할 때에는 속도가 빨라야 하는것이다. 테블의 작업행정변속계단수는 $Z=2\times2\times2=8$계단이며 공행정변속단수는 3계단이다. 테블의 앞뒤로의 왕복운동절환은 전자석크라치에 의하여 수행된다.

보내기운동련쇄는 보내기용전동기로부터 왕복대까지의 운동련쇄이다.

이 기대에는 다음과 같은 보내기운동들이 있다.

ㄱ) 두 수직왕복대의 수평방향보내기

ㄴ) 두 수직왕복대바이트대의 아래우보내기

ㄷ) 두 측면왕복대의 수직방향보내기

ㄹ) 두 측면왕복대바이트대의 앞뒤보내기

평삭반에서 테블이 공행정할 때마다 바이트를 들어줌으로써 바이트가 무디는것을 피하고있는데 이것은 흔히 유압식 또는 전기식으로 실현한다. 그림 4-104에는《평11-1250형》

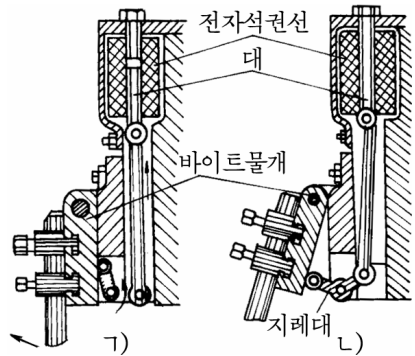



그림 4-104. 바이트를 들어주는 전자석기구

ㄱ) 작업행정상태, ㄴ) 공행정상태

평삭반에서 바이트를 들어주는 전자석기구의 원리를 주었다.

전자석권선에 전류가 흐르면 대가 우로 끌리면서 지레대가 바이트물개를 앞으로 내민다. 작업행정상태에서는 전자석권선에 전류를 공급하지 않는다.

2) 형삭반(쎄빠)

형삭반은 바이트를 가공품에 대고 미는 방법으로 절삭하는 공작기계이다. 일명 쎄빠라고도 한다.

형삭반에서 주운동은 바이트를 밀어주는 운동이고 보조운동은 가공품의 보내기운동이다. 형삭반은 주운동기구가 어떤 기구인가에 따라 링크기구로 된 형삭반과 유압피스톤기구로 된 형삭반으로 나눈다.

형삭반의 베트에는 습동대, 테블, 주운동기구 및 보내기운동기구 등이 조립되여있다.(그림 4-105)

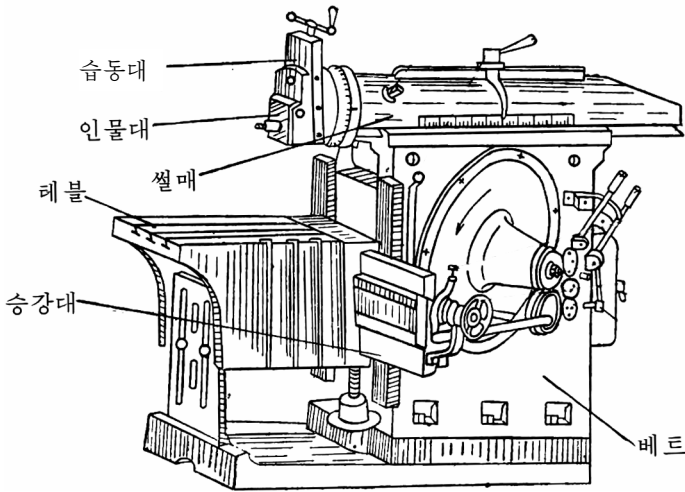



그림 4-105. 형삭반의 외형

베트의 웃안내면을 따라 움직이는 습동대의 왕복운동은 요동링크기구(또는 유압피스톤기구)에 의하여 실현된다. 습동대의 앞끝에는 바이트를 설치하는 인물대가 설치되여있다. 베트의 수직안내면에는 승강대가 설치되며 여기에 가공품이 설치되는 테블이 놓여있다. 승강대는 가공품의 높이에 따라 임의의 높이로 조절할수 있다. 습동대의 왕복거리는 링크치차핀의 위치를 이동하는 방법으로 조절한다. 이 기대에서는 길이가 600~700㎜까지의 부분품들의 평면, T형홈, 제비꼬리형홈 등의

요소면을 가공할수 있다.

또한 인물대를 좌우 60°까지 경사지을수 있기때문에 평면뿐만아니라 여러가지 모양면의 가공 및 모사가공도 할수 있다. 형삭반은 생산능률이 낮으나 평면과 여러가지 홈을 가공할수 있고 구조가 간단하여 다루기 쉽고 공구의 설치가 간단하므로 많이 리용되고있다.

그러면 《평50-650형》형삭반의 운동원리를 보자.

《평50-650형》형삭반의 주요구성부분도 베트, 습동대, 왕복대, 테블, 승강대로 되여있다.

《평50-650형》형삭반의 작용원리를 그림 4-106에 주었다.

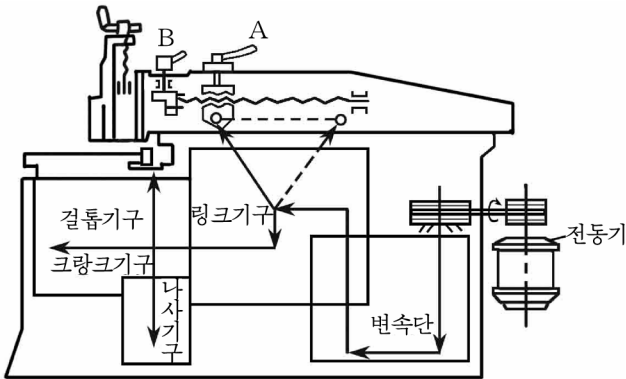



그림 4-106. 《평50-650형》 형삭반의 작용원리

《평50-650형》형삭반의 주운동은 요동링크기구에 의하여 실현된다. 요동링크기구를 리용하면 작업행정속도보다 공행정속도를 빠르게 하여 생산능률을 높일수 있다.

그림 4-107에는 요동링크기구의 구조를 주었다.

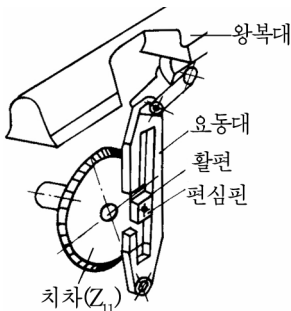



그림 4-107. 요동링크기구

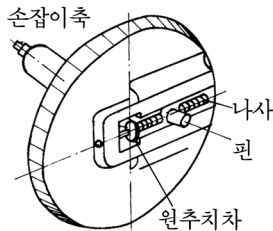



그림 4-108. 편심핀의 반경(크랑크팔)조절

피대 및 치차전동을 거쳐 치차(Z_{11})이 회전운동을 받으면 편심핀과 련결된 활편은 요동대의 홈에서 미끌면서 요동대를 요동시킨다.

편심핀의 편심방향은 그림 4-108과 같이 손잡이축을 돌리면 그에 고정된 원추치차 및 나사축에 고정된 원추치차를 거쳐 편심핀이 반경방향에서 이동함으로써 조절된다. 따라서 습동대의 행정거리가 변화된다.

요동링크기구에 의한 습동대의 왕복운동은 원활하지 못하며 충격을 일으킨다. 그리하여 일부 형삭반의 왕복운동을 유압실린더에 의하여 실현함으로써 이러한 결함을 극복하고있다.

《평50-650형》형삭반의 수평보내기운동은 접철식네토막기구와 련결된 걸톱기구에 의하여 실현된다. 그림 4-109에는 보내기기구를 주었다.

치차 Z_{13}의 가로홈을 따라 편심반경을 변화시킬수 있는 핀, 지레대, 요동대, 걸톱 및 걸톱바퀴와 보내기나사를 통하여 승강대의 수평안내면에서 테블의 수평보내기를 실현한다.

보내기방향의 변화는 그림 4-110에서 걸톱과 맞물린 손잡이를 들어 180° 돌려 핀이 정위홈에 들어가도록 하면 되고 보내기량의 조절은 걸톱바퀴의 덮개를 회전각 φ의 한계에서 돌려 걸톱이 넘길수 있는 이발수를 조절하면 된다.

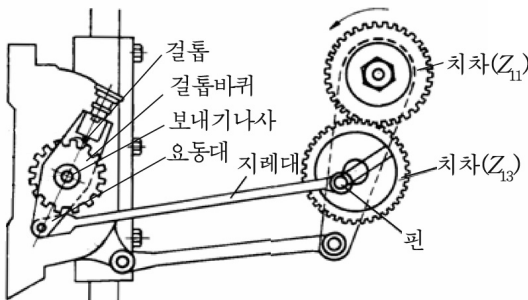



그림 4-109. 보내기기구

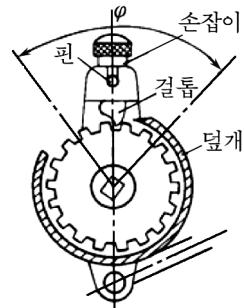



그림 4-110. 보내기걸톱기구

3) 종삭반(스로타)

종삭반은 공구가 설치된 미끄럼대가 수직으로 왕복운동하면서 작업하는 공작기계이다. 일명 스로타라고도 한다.

종삭반은 주전동장치의 구성형식에 따라 기계식(크랑크링크식, 회전링크식)과 유압식으로, 보내기전동장치의 구동형식에 따라 캄지레대식,

크랑크련결대식, 회전축전동식 등으로 나눈다.

모든 형태의 종삭반은 크게 베트, 테블, 기둥 등으로 이루어졌다. (그림 4-111)

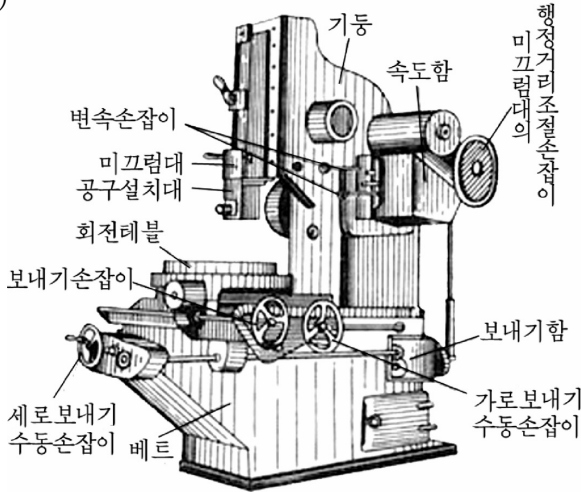



그림 4-111. 종삭반의 외형

베트에 설치된 테블은 소재를 설치하고 그것을 가로, 세로 및 회전운동시키면서 가공위치를 잡아준다. 테블은 웃테블과 아래테블로 되여있는데 테블이 수직으로 움직일수 있는것도 있다. 기둥에는 공구가 설치된 미끄럼대가 수직방향으로 왕복운동할수 있게 하는 안내면이 있으며 속도함, 보내기함, 전동기 등이 설치되여있다. 종삭반에서 주운동인 미끄럼대의 왕복운동은 크랑크기구(소형), 요동회전링크기구(중형), 요동링크기구에 의하여 진행된다.

종삭반은 평면, 곧은 총형면, 홈 등을 가공하며 지구를 써서 프레스작업, 치차가공도 할수 있다. 이 기대는 생산능률이 낮기때문에 계렬 및 다량생산공정에서는 쓰이지 않으며 개별생산에서나 수리직장에서 부분품들을 개별적으로 생산하는데 주로 쓰인다.

그림 4-112에는 종삭반의 운동략도를 주었다.

종삭반의 주운동은 습동대의 아래우로의 왕복운동(v)이다.

이 주운동은 요동링크기구, 회전링크기구, 라크전동기구, 유압실린더기구에 의하여 실현된다. 작업행정거리가 짧은 경우에는 크랑크기구를 리용한다.

보내기운동에는 가로보내기($S_{가}$), 세로보내기($S_{세}$) 및 원주보내기($S_{원}$)가 있다.

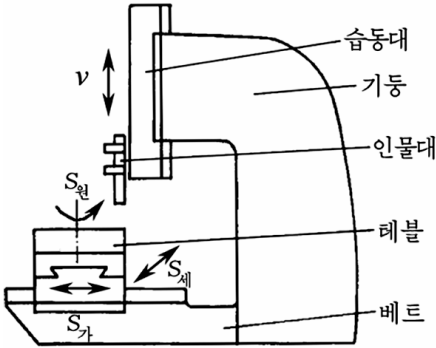



그림 4-112. 종삭반의 략도

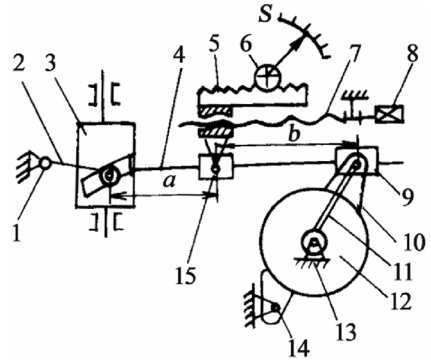



그림 4-113. 무계단보내기변속기구

그림 4-113에는 무계단보내기변속기구의 원리도를 주었다.

보내기운동은 다음과 같이 전달된다. 전동기로부터 치차를 거쳐 원통캄 3이 회전하면 그의 회전운동에 의하여 지레대 2가 회전지점 1을 중심으로 요동하며 이에 따라 지레대 4가 요동한다. 여기서 지레대 4의 회전운동은 활편 15의 회전축선으로 된다. 이때 보내기축 13에 자유롭게 지지되여있는 지레대 11의 다른 끝은 지레대 4를 따라 미끄는 활편 9와 돌수 있게 련결되여있다. 또한 활편 9의 회전축에는 마찰걸톱바퀴 12를 돌려주는 마찰걸톱 10이 련결되여있다. 그러므로 지레대 4가 요동할 때 마찰걸톱 10은 마찰걸톱바퀴 12를 약간씩 돌려줌으로써 마찰걸톱바퀴에 키를 통하여 련결된 보내기축 13이 회전운동을 받는다. 보내기량은 손잡이 8로 나사축 7을 돌림으로써 조절되는데 지레대 4의 팔의 비 a:b가 변한다. 이에 따라 지레대 11의 회전각이 변화되므로 보내기량을 무계단으로 조절할수 있다. 그림에서 5와 6은 라크와 치차쌍이고 14는 마찰제지이다.

4) 평삭바이트와 평면가공

(1) 평삭 및 종삭바이트

평삭바이트는 구조상 선삭바이트와 비슷하다.

평삭바이트는 절삭과정에 충격짐을 받기때문에 바이트자루의 자름면적이 커야 한다. 또한 바이트자루의 구부림에 의하여 바이트끝이 가공되는 겉면에 들어박히는 현상을 막기 위하여 자루가 구부러졌다.(그림 4-114의 ㄴ)

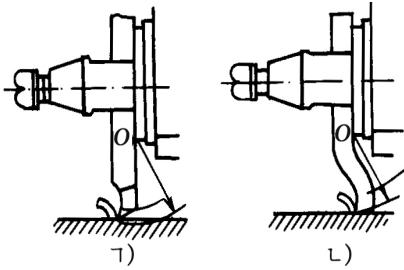



그림 4-114. 평삭바이트의 자루형태
ㄱ) 직선자루, ㄴ) 구부러진 자루

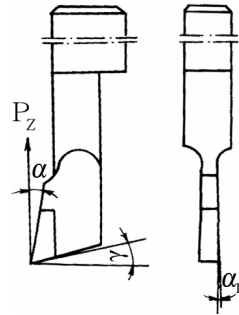



그림 4-115. 종삭바이트

종삭바이트는 흔히 가공품의 내면을 절삭하기때문에 그 자름면의 크기는 가공품테블의 치수에 의하여 제한되며 또한 바이트의 돌출길이가 길고 역시 충격짐을 받는다. 그러므로 종삭바이트는 선삭바이트나 평삭바이트보다 불리한 조건에서 작업한다.

종삭바이트의 아래끝면은 바이트의 앞면으로 되며 기본절삭힘 P_Z는 바이트자루의 축선방향으로 작용한다.(그림 4-115)

(2) 평면가공

평삭반과 형삭반에서 공구와 가공품의 상대적인 운동은 같기때문에 여기서는 평삭반에서의 가공만 보기로 하자.

평삭반에서 수평 및 수직평면은 수직왕복대 또는 측면왕복대를 수평 및 수직방향에서 보내기를 주면서 가공한다. 동체부분품들에서 평면들의 수직도 또는 평행도가 특별히 제기되는 경우에는 한설치상태에서 해당한 평면들을 가공하여야 한다.

경사면을 가공하기 위하여서는 가공품을 테블작업면에 대하여 경사시켜 수평면 또는 수직면을 가공할수 있으나 가공품의 설치가 복잡하다. 그리하여 왕복대에 있는 인물대를 해당한 각도만큼 경사지게 설치하여 가공할수 있다.(그림 4-116)

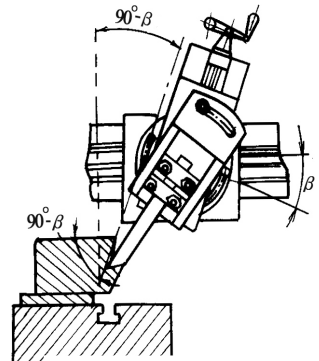



그림 4-116. 경사면가공

평삭반에서 홈가공은 홈바이트 또는 절단바이트로 진행하며 막힌 홈인 경우에는 먼저 바이트머리가 들어갈수 있는 구멍을 파놓고 홈을 가공할수 있다.(그림 4-117)

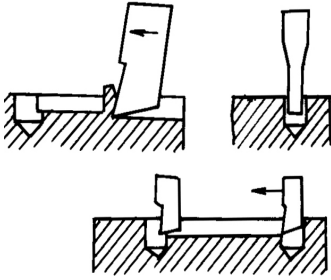
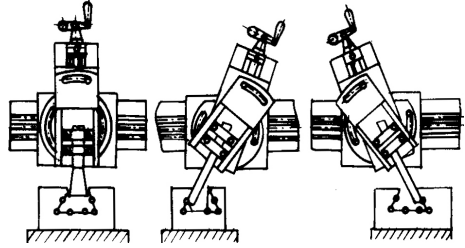



그림 4-117. 막힌 홈가공　　　　　그림 4-118. 제비꼬리홈가공

제비꼬리홈을 가공할 때에는 먼저 홈바이트로 직각홈을 파고 다음에 인물대를 경사시켜 홈의 경사면을 가공한다.(그림 4-118) 그러므로 량쪽 경사면을 가공하려면 오른바이트와 왼바이트가 있어야 한다. T형홈도 이와 비슷한 방법으로 가공한다.(그림 4-119)

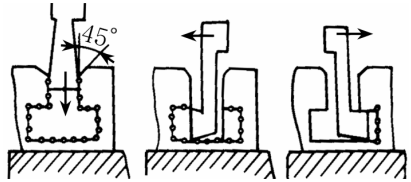



그림 4-119. T형홈가공

2. 브로치반에서의 가공

1) 브로치반

브로치반은 브로치로 부분품을 가공하는 공작기계이다. 한마디로 선행가공된 부분품의 면 또는 구멍에 요구되는 모양과 치수를 가진 브로치(공구)를 대고 당기거나 밀어 완성가공하는 기계이다.

브로치반은 기대의 만능정도에 따라 수직, 수평 및 련속브로치반, 설치할수 있는 브로치의 수와 위치수에 따라 각각 한축과 여러축, 한위치와 여러위치브로치반으로 나눈다. 또한 구동원에 따라 기계식, 유압식 및 전기식브로치반, 구동방법에 따라 당기는것과 미는것 그리고 브로치만 운동하는것과 소재만 운동하는것으로 나눈다.

브로치반은 기대의 사명과 주운동방향에 따라 기대의 구조와 원리에서 차이가 있으나 모두 구조가 간단하고 다루기 편리하다.

브로치반은 공구왕복대와 베트, 소재설치장치, 쇠밥제거장치, 자동물개 등으로 되여있다. 주운동은 공구(브로치) 또는 소재의 직선운동이고 보내기운동은 따로 없다.

그러면 브로치반가운데서 많이 리용되고있는 수평브로치반에 대하여 보자.

수평브로치반에서도 보내기운동은 없고 주운동만 수행되기때문에 기대의 구조는 매우 간단하다. 주운동은 유압피스톤에 의하여 진행된다.

그림 4-120에는 수평브로치반의 걸모양을 주었다.

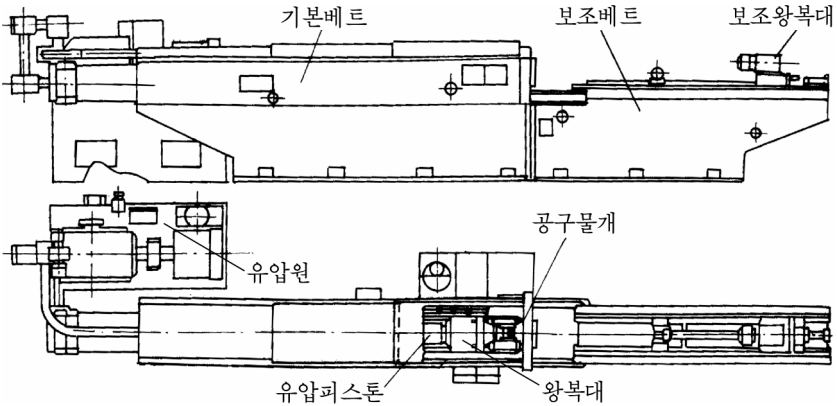



그림 4-120. 수평브로치반의 걸모양

수평브로치반에서 공구(브로치)는 그의 앞끝이 왕복대에 있는 공구물개에 이어지며 공구의 다른 끝은 보조왕복대에 있는 보조물개에 이어진다. 따라서 보조베트와 보조왕복대는 작업행정과 공행정에서 브로치를 유지해준다.

2) 브로치와 브로치의 절삭과정

(1) 브로치

브로치는 당기거나 미는 방법으로 부분품을 가공하는 여러 이발절삭공구로서 브로치반에서 쓰는 공구이다.

브로치는 자루, 목, 안내부분, 절삭부분, 완성부분 등으로 되여있다.

원통브로치의 구성요소를 그림 4-121에 주었다.

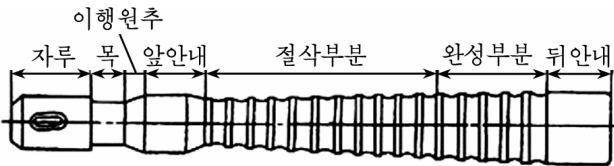



그림 4-121. 브로치의 구조

자루부분은 브로치를 기대의 공구물개에 고정하기 위한것이고 목은 자루부분이 가공되는 구멍을 지나서 나올수 있도록 하기 위한것이다. 이행원추는 가공전 가공품의 구멍에 앞안내부분이 쉽게 들어가도록 모따기한 부분이다. 앞안내부분은 작업초기에 브로치의 방향을 잡아주기 위한것인데 그의 모양과 크기는 브로치가공하기 전의 구멍과 같다.

작업부분은 절삭부분과 완성부분으로 되여있다. 절삭부분에 있는 이발들은 앞의 이발에 비하여 뒤의 이발이 S_Z배만큼 높게 배치되였는데 이것으로 하여 금속층을 절삭하게 된다. 완성부분에는 구멍을 일정한 치수로 다듬어주며 겉면정결도를 보장할 목적으로 높이가 같은 이발들이(4~8개) 배치되여있다. 완성부분의 이발들은 브로치의 날을 연마할 때 절삭이발수를 보충하여주기도 한다.

뒤안내부분은 가공이 끝날 때까지 공구의 방향을 잡아주기 위한 것이다.

그림 4-122에는 브로치에 의하여 가공되는 륜곽을 주었다.

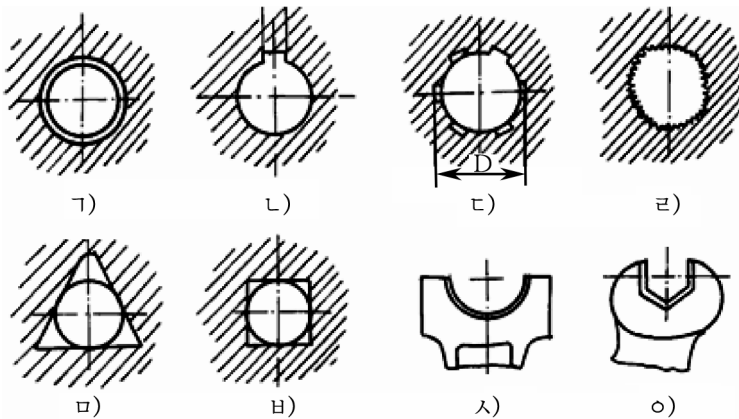



그림 4-122. 브로치가공형태

ㄱ) 원통구멍가공, ㄴ) 키홈가공, ㄷ) 스프라인구멍가공,
ㄹ) 내면이발가공, ㅁ) 3각구멍가공, ㅂ) 4각구멍가공,
ㅅ) 반원구멍가공, ㅇ) 스파나가공

브로치는 여러가지 형태의 관통된 구멍과 외면을 정밀도 IT7~IT8급, 겉면정결도 Ra3.2~0.2㎛로 가공한다.

브로치는 용도에 따라 내면가공용(구멍가공용)과 외면가공용브로치로, 브로치에 대한 힘의 작용방향에 따라 당김브로치와 미는브로치로 나눈다.(그림 4-123)

그림 4-123. 당김브로치(ㄱ)와 미는브로치(ㄴ)

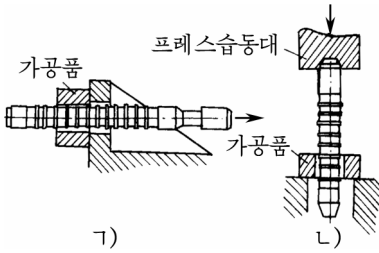



그림 4-124. 브로치의 절삭방식

(2) 브로치의 절삭방식

브로치의 절삭방식은 세가지 즉 륜곽절삭방식, 창성절삭방식 및 계단절삭방식으로 나눈다.(그림 4-124)

- 륜곽절삭방식

그림의 ㄱ)에서는 4각구멍을 가공하는 경우를 주었는데 브로치이발의 모양이 가공되는 걸면륜곽을 닮고 가공과정에 치수만 변화되면서 완성된다.

이 방식은 브로치의 제작과 날연마가 어렵기때문에 리용범위가 제한되여있다. 이 방식은 모양이 단순한 걸면(원형구멍)이나 정밀한 총형면을 가공하는 경우에 리용한다.

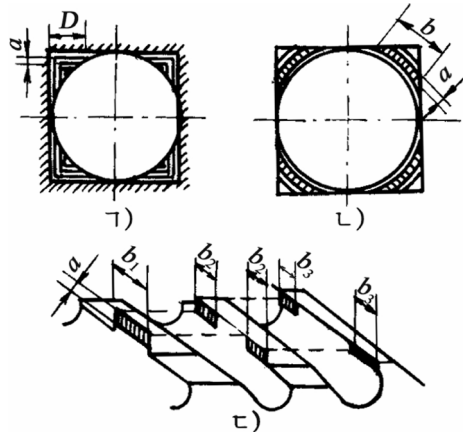
- 창성절삭방식

그림의 ㄴ)에서도 4각구멍을 가공하는 경우를 주었는데 브로치이발의 모양이 제품의 모양을 닮는것이 아니라 예비적으로 가공한 구멍의 모양과 같다.

이 방식은 브로치의 제작과 날연마가 쉬우므로 널리 리용된다.

가공정밀도는 륜곽절삭방식보다 높지 못하다.

- 계단절삭방식

그림의 ㄷ)에서는 절삭층의 너비를 몇개의 이발로 나누어 절삭한다. 즉 이발의 높이 또는 직경이 같은 2~3개의 이발이 한묶음을 이루며 묶음안의 개별적이발들에는 오름높이가 없고 묶음단위로 오름높이를 가진다. 그리하여 좁으면서 두꺼운 쇠밥을 절삭해내므로 절삭비압력이 작아지면서 절삭힘이 적게 걸린다. 절삭힘이 적게 걸리기때문에 상대적으로 절삭층두께 즉 이발의 오름높이를 크게 줄수 있다. 그러므로 생산능률을 높일수 있다. 이 방식은 브로치의 세기가 낮은 경우에 효과적이다. 그러나 가공된 걸면의 정결도가 낮으며 제작과 날연마가 복잡하다.

(3) 브로치의 절삭요소

브로치가공할 때 쇠밥의 형성과정에는 다른 공구들의 절삭과정에서와 같이 변형, 절삭열, 덧날, 공구의 마찰과 마모 등이 일어난다.

브로치가공할 때 절삭요소는 다른 공구에 비하여 일정한 차이를 가진다.

절삭속도 v는 브로치의 축선방향직선운동속도이다. 보통브로치의 절삭속도는 가공조건에 따라서 v=1~12m/min이다.

보내기량은 기대에서 임의로 결정할수 없으며 브로치를 설계할 때 결정된다. 브로치가공에서 보내기량은 브로치이발의 오름높이 S_Z 즉 린접한 이발들의 높이차인데 이것은 절삭층두께 a와 같다.

이때 S_Z를 이발당보내기 또는 이발당증가량이라고 한다. S_Z는 보통 0.02~0.15㎜범위로 준다.

절삭층너비 b는 절삭날의 너비인데 홈브로치에서는 홈의 너비와 같고 원통브로치에서는 원주길이와 같다.

3) 브로치가공

(1) 라선스프라인홈의 브로치가공

일반적으로 총신이나 포신의 구멍안을 들여다보면 라선스프라인으로 되여있다.(물론 무강선총신이나 포신도 있다.) 바로 이러한 형태를 라선스프라인홈이라고 한다.

라선스프라인홈은 브로치반에서 라선스프라인홈브로치로 가공한다.

라선스프라인홈브로치의 돌출부는 가공품에 있는 스프라인홈과 같은 라선에 따라 배치된다. 쇠밥홈과 이발은 흔히 고리형으로 즉 브로치의 축선에 수직인 평면에 놓인다. 스프라인홈의 경사각이 큰(15~20°이상) 경우에 쇠밥홈은 라선으로 만든다. 이때 라선의 방향은 스프라인의 방향과는 반대로 한다. 례를 들면 스프라인홈이 오른라선인 경우 쇠밥홈은 왼쪽으로 경사지게 한다. 이 브로치의 나머지 구조는 보통브로치와 같다.

그림 4-125에는 지구를 리용하여 수평브로치반에서 스프라인홈을 가공하는 략도를 주었다.

그림의 ㄱ)는 라선브로치를 강제적으로 돌리면서 당기는 경우인데 브로치와 맞물린 치차는 라선인데 라선안내에 끼워진 치차와 맞물

려있다. 왕복대를 당기면 브로치는 라선안내의 경사각과 치차전동비에 따라 강제적으로 라선운동을 하면서 부분품을 가공한다.

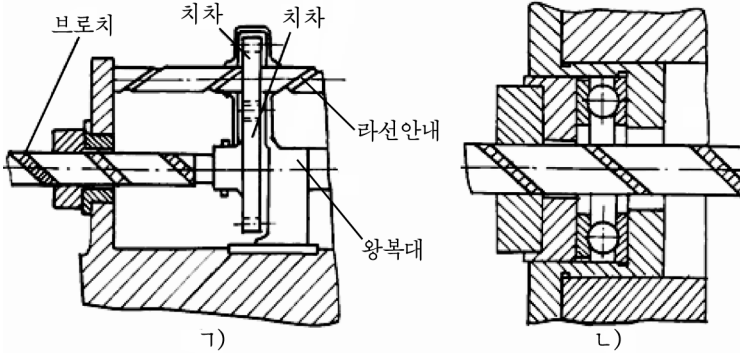



그림 4-125. 라선스프라인홈 구멍가공

그림의 ㄴ)에서는 라선브로치를 당기면 가공품이 저절로 돌면서 가공된다. 이외에도 가공품이 고정되고 브로치를 당기면 브로치가 돌수 있게 된 구조도 있다.

자연적으로 회전운동을 하는 경우보다 강제적인 회전운동을 주는 경우에 축선방향힘이 작고 스프라인홈원주피치에 대한 정밀도가 높다.

(2) 외면브로치가공

그림 4-126에는 수직외면브로치반의 작업략도를 주었다.

베트 1속에 유압 및 전기장치들이 배치되고 그의 수직안내면에서는 외면브로치 6과 고정된 왕복대 7이 아래우로 운동한다. 받치개 3에는 테블 4가 수평방향으로 이동할수 있게 놓여있고 여기에 가공품 5가 설치된다.

외면브로치는 여러가지 외면 즉 열린 평면, 절반닫긴홈, 여러가지 총형면 등을 가공한다.

그림 4-126. 수직브로치반에서의 작업략도

평면을 브로치로 가공하는 몇가지 방식을 그림 4-127에 주었다. 그림의 ㄱ)는 륜곽절삭방식이며 ㄴ), ㄷ)는 계단절삭방식이다. 계단절삭방식에서도 마지막에는 전체 륜곽에 따라 다듬어주는 완성부분이 있다.

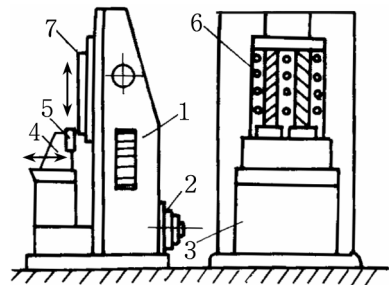
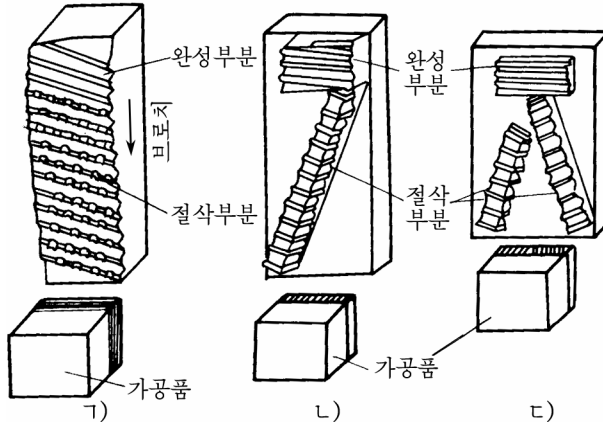



그림 4-127. 평면브로치가공

련습문제

1. 평삭반류형에는 어떤것들이 있는가를 설명하여라.
2. 평삭반에서 주운동과 보내기운동에 대하여 설명하여라.
3. 형삭반에서 수평보내기기구의 원리에 대하여 설명하여라.
4. 종삭반에서 주운동은 무슨 기구로 실현하는가?
5. 종삭반에서 무계단보내기기구의 원리를 설명하여라.
6. 평삭바이트와 일반바이트의 차이점은 무엇인가?
7. 브로치반의 종류와 브로치의 종류에 대하여 설명하여라.
8. 라선스프라인홈의 브로치가공원리를 설명하여라.

상식 기계기술자 **모즐리 헨리**

영국의 기계기술자이며 발명가인 모즐리 헨리(1771-1831)는 정규교육은 거의 받지 못하고 12살 때부터 병기공장, 금속가공공장에서 일하였다. 그는 18살에 벌써 솜씨있는 직공으로 알려졌으며 당시 이름있는 기술자이며 수압프레스의 개발자인 브라머(영국. 1748-1814)의 공장에서 일하면서 기계제작기술에 더욱 정통하게 되였다. 브라머와 의견대립으로 그 공장에서 나와 자기의 공장을 세우고 여러가지 기계를 제작하기 시작하였으며 보내기장치가 달린 선반을 개발하였다.

이 선반은 종전에 숙련공이 수공업적으로 만들던 여러가지 나사를 정밀하게 가공할수 있게 하고 일련의 답브, 다이스를 만들수 있게 하였을뿐아니라 기계부분품들의 높은 정밀도를 보장할수 있게 하였다. 모즐리의 발명은 산업혁명의 기술적기초를 축성하는데 크게 이바지하였다.

제7절. 연마반에서의 가공

1. 연마석과 연마과정

1) 연마석

(1) 연마석의 분류

연마석은 일정한 형태로 다듬거나 성형하여 만든 연마공구이다.

연마석은 연마재료에 따라 천연연마석과 인조연마석으로 나눈다.

천연연마석은 규석, 강옥 등의 굳은 결정성광물을 일정한 형태로 다듬어 만든것인데 주로 손공구의 날연마에 쓰인다.

인조연마석은 연마재료를 결합제와 섞어서 요구되는 형태로 만들고 건조한 다음 소결로안에서 구워내여 만든것이다.

연마석은 또한 쓰이는 목적에 따라 원형연마석, 연마머리, 연마숫돌, 연마편, 금강석연마석 등으로 나눈다.(그림 4-128)

원형연마석에는 자름면이 직각인 평면형, 접시형, 홈있는 평면형, 원통형, 원추형 등이 있다.

외경은 3~1 100㎜, 너비는 0.5~200㎜, 구멍직경은 1~305㎜범위에 있다.

원형연마석은 주로 연마반주축에 고정되여 원통의 내외면, 평면, 총형면의 연마에 쓰인다.

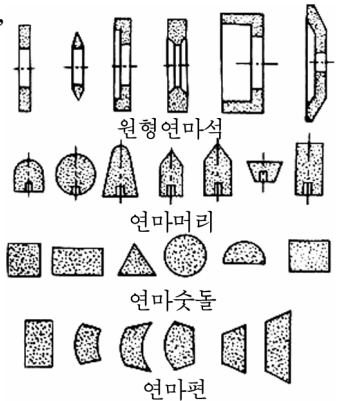
그림 4-128. 연마석의 형태

연마머리에는 원통머리, 원추머리, 60°머리, 혼성머리, 볼머리 등 여러가지가 있으며 머리의 직경은 3~40㎜범위안에 있다.

연마머리는 직경이 작은 내면연마, 형타의 작업모양면 등의 연마에 쓰인다.

연마숫돌은 작업형태에 따라 수동지구 또는 가공머리에 지지하여 사용하는데 손연마에서는 수동지구에, 호닝가공에서는 호닝머리에, 초완성가공에서는 가공머리에 숫돌을 지지하여 연마작업을 한다.

연마편은 평면연마할 때 연마반의 주축머리에 조립되여 쓰인다.

금강석연마석은 보통 금속원판에 금강석립자를 3㎜이하의 두께로 접착시켜 만든것이다. 금강석연마석의 성능은 집중도(단위체적당 립자의 포함비률)로 표시한다.

(2) 연마석의 특성

연마석의 특성은 연마재료, 립도, 결합제, 결합도(굳기), 기공도, 형태와 치수 등에 의하여 규정된다. 이것은 연마대상에 따라서 알맞는 연마석을 선정하기 위한 중요지표로 된다.

연마재료는 천연재료와 인조연마재료로 구별되는데 주로 연마공구에는 인조연마재료가 쓰인다.

연마재료의 립도는 선별채구멍을 통과하는 립자의 크기로 규정되는데 가공재료가 굳고 취약하면 립도가 작은것을 쓰며 연하고 끈기있는 재료의 가공에는 립도가 큰것을 쓴다. 또한 연마석이 클수록 그리고 연마석과 가공재료와의 접촉면적이 클수록 립도가 큰 재료를 쓰며 결합제가 굳은 경우에는 립도가 작은것을 쓴다. 겉면정결도와 가공정밀도가 높은 부분품인 경우에는 립도가 작은것을 쓴다.

결합제에는 무기질결합제(사기, 마그네샤), 유기질결합제(수지, 고무), 금속결합제가 있다. 사기결합제는 높은 세기와 내열성을 가지며 화학작용과 습도의 영향도 받지 않기때문에 가장 많이 쓰인다. 고무와 수지결합제는 세기와 퇸성이 높기때문에 좁은 홈가공, 절단 등에 쓰인다.

연마석의 결합도(굳기)는 연마과정에 연마재료가 결합제로부터 떨어지는데 저항하는 결합세기로 규정되며 결합도가 작은것, 중간인것, 큰것 등으로 나눈다. 일반적으로 가공재료가 굳으면 결합도는 작은것을, 반대로 가공재료가 연하면 결합도가 큰것을 쓴다.

연마석의 기공도(조직)는 연마석의 단위체적에서 연마재료와 결합제 및 구멍의 체적비률(%)로 표시되는데 기공도가 작은것(1~4급), 보통인것(5, 6급), 중간인것(7, 8급), 큰것(9~13급) 등으로 나누어진다. 기공도가 작은것은 정결연마와 총형연마에 쓰고 중간인것은 소경하지 않은 강철연마, 공구의 날연마에 쓰며 기공도가 큰것은 무른 재료의 연마와 건식연마에 쓴다.

(3) 연마석의 자호표시

자호에는 연마석의 형태, 치수, 연마재료와 그 립도, 굳기, 결합제, 한계선속도, 불균형급수 등을 표시한다.

례를 들어 《직평 250×40×75·백알·80·연7·자기·№8・35 2급》은 연마석의 형태가 직4각형모양(자름면모양)의 평면원통연마석이고 외경 250㎜, 내경 40㎜, 두께 75㎜이며 재료는 백색알란담, 립도번호 80, 굳기는 연7, 결합제는 자기결합제, 조직번호는 №8, 한계선속도는 35m/s, 불균형급수는 2급이라는것을 의미한다.

2) 연마과정

(1) 연마립자의 절삭작용

연마립자의 날들은 큰 부의 앞각을 가지고있으며 또한 앞면의 방향이 각이하게 배치되여있다. 이러한 연마립자의 절삭형식은 4가지로 고찰해볼수 있다.(그림 4-129)

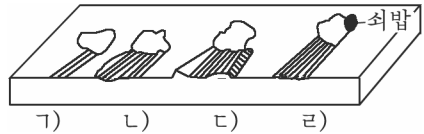



그림 4-129. 연마립자의 절삭작용

- 마찰작용

그림의 ㄱ), ㄴ)경우는 절삭속도가 매우 뜬 경우이다. 이때에는 립자가 가공겉면을 미끌뿐이고 쇠밥은 생기지 않는다.

- 소성변형

연마속도가 좀 높아서 연마흔적은 생기나 금속의 소성밀킴이 생길뿐이고 실제적으로 절삭현상은 없다.(그림의 ㄷ)

- 이랑짓기

연마속도를 더 높이면 쇠밥이 생기지만 연마립자가 부의 앞각을 가지고있기때문에 이랑의 량측면에 쇠밥이 붙어있게 된다.(그림의 ㄹ)

- 절삭작용

연마속도가 높아서 1 000~1 500m/min에 이르면 절삭현상이 나타나면서 연마립자의 날 앞면쪽으로 쇠밥이 배출된다. 이때에도 약간의 소성밀킴이 생긴다. 이로부터 연마가공에서는 속도를 높여야 한다는 결론이 나오게 된다.

(2) 연마할 때 절삭속도

일반적으로 연마석의 절삭속도는 30m/s이상으로 정해져있다.

연마석의 속도를 높이면 생산능률과 가공된 겉면의 질이 높아진다. 또한 연마석의 속도를 높이면 연마석의 내마모성이 좋아진다. 그러나 연마석의 속도가 지나치게 높으면 파괴를 일으킬수 있다. 때문에 최근에는 높은 세기를 보장하는 결합제가 개발되는데 따라 고속연마가 널리 보급되고있다.

2. 연마반에서의 가공

1) 연마반의 사명과 분류

연마반은 연마공구를 설치하여 가공품의 겉면을 연마하는 공작기계이다.

연마반은 가공품의 형태에 따라 원통연마반, 내면연마반, 평면연마반, 무심연마반으로 나눈다.

연마반은 일반적으로 밑틀, 테블, 가공품주축대, 연마주축대, 연마석, 심압대 및 전동장치 등으로 되여있다.

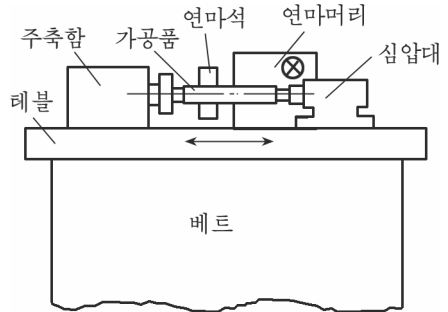
가공품을 설치하는 테블의 왕복운동은 유압구동으로 보장하는데 그의 왕복거리와 왕복속도는 가공품의 길이와 절삭조건에 따라 조절하게 되여있다.

가공품은 주축물개 또는 전자석판에 고정하게 되여있다. 연마석의 선속도는 보통 30~40m/s이며 가공방법에 따라 그 이상으로 선정하기도 한다. 면연마반에서는 연마석의 직경이 작기때문에 높은 절삭속도를 보장하기 위하여 연마주축의 회전속도가 수만~수십만r/min에 달한다.

연마반은 기대자체의 높은 기하학적정밀도와 운동학적정밀도를 가지고있어야 한다. 연마반에서 제품을 가공하면 일반적으로 치수정밀도 IT6~IT7급, 겉면정결도 Ra0.5~0.05㎛를 얻을수 있다.

2) 원통연마반에서의 가공

그림 4-130. 원통연마반의 구성략도

일반적으로 원통연마반은 그림 4-130과 같이 함모양의 베트에 좌우로 보내기운동을 하는 테블, 앞뒤로 첫먹임운동을 하는 연마머리로 이루어졌으며 테블우에는 가공품의 회전운동을 보장하는 주축함과 심압대가 놓여있다.

연마반에서 테블의 왕복운동, 테블의 자동보내기, 연마머리의 접근과 후퇴, 보내기 등은 다 유압장치에 의하여 실현된다.

(1) 원통외면연마방법

원통외면연마에는 흔히 세가지 방법이 널리 리용되고있다.(그림 4-131)

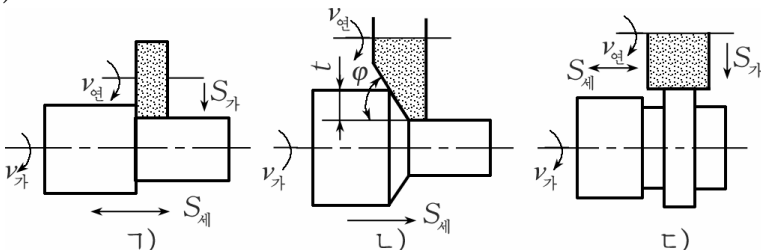



그림 4-131. 원통외면연마방법

- 세로보내기방법

가공품은 두개의 중심 혹은 중심과 물개사이에 고정된다. 일반적으로 왕복테블우에 놓인 가공품을 세로보내는데(그림 4-131의 ㄱ) 가공품의 질량이 크거나 그의 길이가 길 때에는 연마머리를 세로보내는 방법으로 운동부분의 질량과 테블의 길이를 줄인다.

세로보내기방법은 억세기가 약하고 길이가 긴 가공품의 연마에 리용한다. 또한 정밀도가 높은 일반적인 연마에 흔히 리용된다.

- 깊은 연마방법

이 방법은 길이가 짧거나 억센 축의 연마가공에 리용한다. 가공품은 물개와 중심에 고정된다. 이때 가공품은 한통과 또는 두통과로 가공된다.(그림 4-131의 ㄴ)

깊은 연마방법으로 연마할 때에는 기대와 가공품에 힘이 크게 걸리기때문에 억세기가 높아야 한다.

- 가로보내기방법

가공품의 길이가 짧을 때에는 연마석에 가로보내기운동만 주면서도 연마할수 있다.(그림 4-131의 ㄷ)

가로보내기방법에서는 가공너비보다 큰 연마석을 쓴다. 이 방법은 세로보내기방법보다 가공정밀도, 겉면정결도가 낮으나 생산능률이 높기때문에 자동보내기장치와 결합하여 다량생산에서 흔히 리용한다.

(2) 원추외면연마방법

원추외면의 연마는 원통연마반에서 4가지 방법으로 진행할수 있다.(그림 4-132)

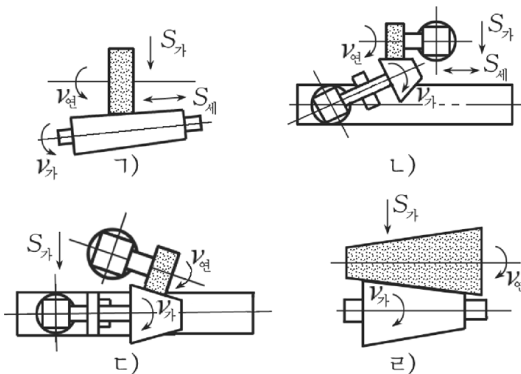



그림 4-132. 원추외면연마방법

ㄱ) 테블을 돌려놓고 가공, ㄴ) 소재주축함을 돌려놓고 가공,
ㄷ) 연마머리를 돌려놓고 가공, ㄹ) 연마석을 원추로 하여 가공

3) 내면연마반에서의 가공

(1) 내면연마반

내면연마는 원통연마반에 내면연마머리를 설치하여 진행할수 있으나 일반적으로는 전문적인 내면연마반을 리용한다.

내면연마반은 그림 4-133과 같이 테블우에 중간썰매를 가진 연마머리가 놓이며 테블의 왕복운동과 중간썰매의 첫먹임운동에 의하여 돌아가는 가공품을 연마한다.

내면연마반에서 가장 중요한 매듭은 내면연마머리이다.

내면연마머리에는 피대전동식, 공기타빈식, 고주파전동기식이 있다.

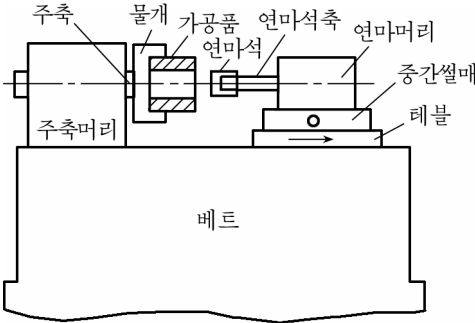



그림 4-133. 내면연마반의 구성략도

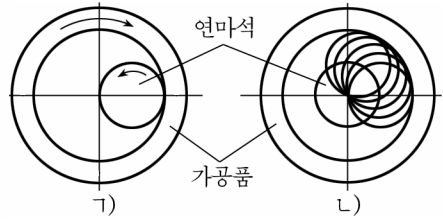



그림 4-134. 원통내면연마방법

(2) 내면연마방법

내면연마방법에는 가공품을 돌리는것(그림 4-134의 ㄱ)과 연마석을 유성운동시키는것(그림 4-134의 ㄴ)이 있다.

가공품이 돌아가는 일반적인 방법에서는 가공품을 물개에 설치하고 주축과 함께 돌리며 연마석에 의하여 첫먹임과 보내기운동을 준다.

연마석이 유성운동하는 방법은 대형가공품이나 지구를 연마할 때 리용하며 일정한 위치에 놓인 가공품에 대하여 연마석의 운동만으로 내면을 연마한다.

4) 평면연마반에서의 가공

(1) 평면연마반

평면연마반은 그림 4-135와 같이 밑틀, 테블, 연마함, 수직기둥으로 이루어져있다. 기대에는 연마석의 회전운동 $v_{연}$, 테블의 세로보내기운동 $S_{세}$와 가로보내기운동 $S_{가}$, 연마함의 수직보내기운동 $S_{수직}$이 있다.

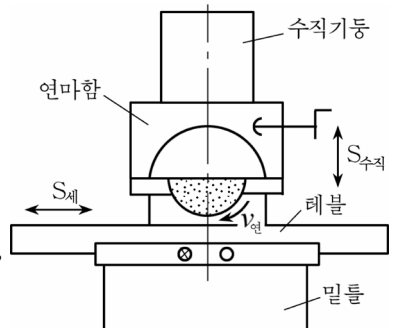



그림 4-135. 평면연마반의 구성략도

(2) 평면연마방법

평면의 연마는 크게 두가지 방법으로 실현하고있다.(그림 4-136)

- 원주면에 의한 연마

연마석의 원주면에 의하여 연마하는 방법은 주로 소형부분품의 평면을 연마하는데 쓰이고있다. 이 방법은 연마석과 가공품이 선접촉을 하기때문에 로동생산능률은 상대적으로 낮지만 가공정밀도는 높다.(그림의 ㄱ, ㄴ)

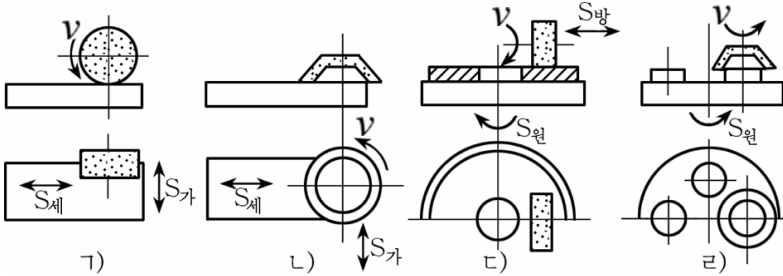



그림 4-136. 평면연마방법

- 끝면에 의한 연마

연마석의 끝면에 의하여 연마하는 방법은 주로 중형, 대형부분품의 평면을 거친연마하는데 쓰이고있다. 이 방법은 연마석과 가공품이 면접촉을 하기때문에 연마석의 접촉면적이 커서 생산능률은 높지만 가열이 심하고 가공품의 변형이 심하므로 가공정밀도가 낮다.(그림의 ㄷ, ㄹ)

평면연마반에서 테블의 보내기운동은 직선운동이 될수도 있고 원운동이 될수도 있다.

참고자료

내면연마가 왜 원통연마나 평면연마보다 힘든 작업으로 되는가?

① 구멍안에서 연마되기때문에 연마되는 상태를 보기 힘들기때문이다.

② 연마석의 직경이 제한되여 그의 수명이 짧기때문이다.

③ 연마석과 가공품의 접촉호의 길이가 길며 연마립자의 절삭날들이 심한 절삭부하를 받기때문이다.

④ 연마주축의 직경이 제한되여 그의 억세기가 낮기때문이다.

⑤ 연마주축의 연마속도를 보장하기 위하여 빠른 속도로 돌아야 하므로 진동하기 쉽기때문이다.

⑥ 쇠밥을 제거하기 힘들기때문이다.

5) 무심연마반에서의 가공

무심연마반은 원통모양의 소재를 연마석과 안내로라사이에 끼우고 연마하는 공작기계로서 원통연마반이나 내면연마반에서처럼 소재를 물개나 심압대에 설치하지 않고 가공면에 따라 기준을 잡으면서 연마작업을 하게 되여있다.

그림 4-137. 외면무심연마반의 구조

무심연마반에는 직경이 작은 원통소재의 겉면을 연마하기 위한 외면무심연마반과 속토시와 같이 벽의 두께가 얇은 원통내면을 연마하는 내면무심연마반이 있다. 많이 쓰이는것은 외면무심연마반이다.(그림 4-137)

기대의 밑틀우에는 연마머리, 안내머리, 지지칼설치틀이 설치되여있다. 연마머리에는 연마석과 연마석교정장치가, 안내머리에는 안내로라와 안내로라교정장치가, 지지칼설치틀에는 소재를 지지해주는 지지칼이 있다. 밑틀의 뒤부분에는 연마석작업구역에 랭각수를 공급하기 위한 뽐프와 물통이 있고 밑틀안에는 기대의 윤활을 위한 치차뽐프와 기름통이 있다.

(1) 가공원리

외면무심연마반에서 가공품은 지지대와 두개의 연마석사이에 설치한다.

연마석의 속도는 30~40m/s로서 속도가 10~50m/min인 안내로라보다 수십배 빠르다. 결과 연마석과 가공품사이의 마찰힘은 가공품과 안내로라사이의 마찰힘보다 작기때문에 가공품은 안내로라에 지지되여 돌아간다.(그림 4-138)

그림 4-138. 외면무심연마반에서 작업략도

내면무심연마반도 외면무심연마반과 작업원리는 같으나 연마석의 크기가 작은것이 다르다. 이 연마반은 소재를 지지로라와 압착로라사이에 끼우고 안내로라로 회전시키면서 연마한다.(그림 4-139)

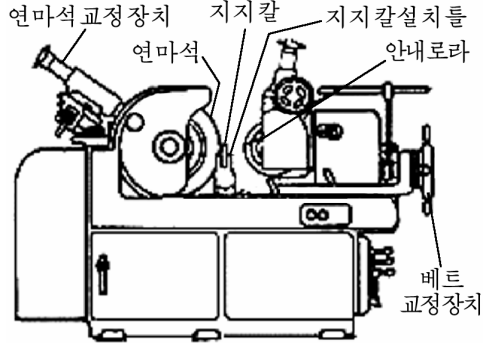
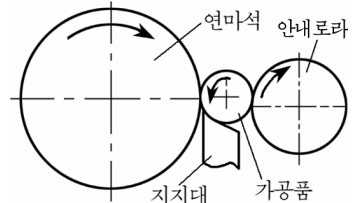
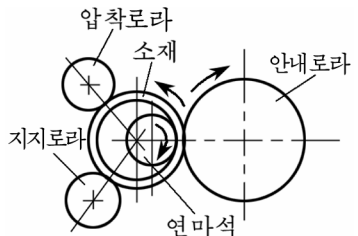



그림 4-139. 내면무심연마반에서 작업략도

(2) 무심연마특징

① 길이가 길고 직경이 작은 제품, 중심구멍이 없는 제품을 연마할 수 있다.

② 기대의 억세기가 높고 가공품이 전체 길이에서 지지되기때문에 큰 보내기로 가공할수 있다.

③ 기대의 조종이 간단하고 높은 기능이 요구되지 않는다.

련습문제

1. 연마석의 특성에 대하여 설명하여라.
2. 원통연마방법에 대하여 설명하여라.
3. 원추연마방법에 대하여 설명하여라.
4. 무심연마의 원리와 방법에 대하여 설명하여라.

제8절. 나사 및 치차가공

1. 나사가공

나사가공을 위한 나사공구로는 나사바이트, 나사후라이스, 답브와 다이스 등이 쓰이고있다.

나사가공원리는 쓰이는 공구의 특성에 따라서 약간씩 다르다.

1) 나사바이트에 의한 가공

선반에서 나사바이트에 의한 나사가공은 주로 개별 및 소계렬생산에서 적용한다.

나사바이트는 총형바이트의 한 형태이므로 총형바이트에서와 같이 자루형, 각기둥형, 원판형바이트로 나눈다.(그림 4-140)

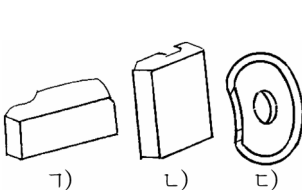



그림 4-140. 나사바이트
ㄱ) 자루형, ㄴ) 각기둥형,
ㄷ) 원판형

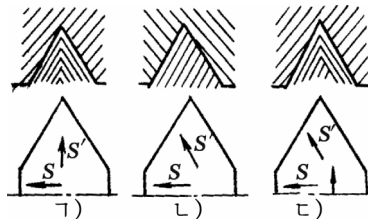



그림 4-141. 나사절삭방식
ㄱ) 륜곽방식, ㄴ) 창성방식,
ㄷ) 창성방식과 륜곽방식의 결합

바이트에 의한 나사치기방식에는 다음과 같은 3가지 형태가 있다.(그림 4-141)

거친가공에서는 절삭힘이 적게 걸리게 하고 륜곽정밀도에 대한 요구가 제기되지 않기때문에 창성방식을, 정결가공에서는 가공여유가 작아서 절삭힘도 크지 않으며 반대로 정밀도에 대한 요구는 높기때문에 륜곽절삭방식을 적용하는것이 좋다.

바이트에 의한 나사치기에서 생산능률을 높이기 위하여 빗살형나사바이트를 리용한다.

빗살형나사바이트에도 자루형, 각추형, 원판형 등이 있다.(그림 4-142)

이 바이트는 절삭부분과 완성부분으로 되여있는데 나사산이 절삭부분에는 1.5~2.5개, 완성부분에는 4~6개가 있다. 나사산의 평면각 φ=15~20°이다. 그러므로 절삭력은 2~3개의 이발에만 세게 작용하고 나머지 이발(완성부분)은 다듬는 역할을 하게 한다.

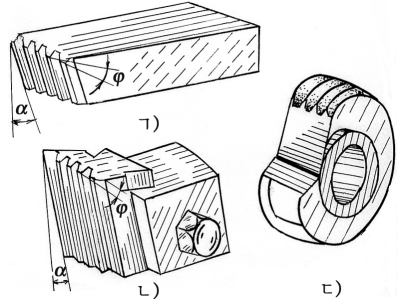



그림 4-142. 빗살형나사바이트
ㄱ) 자루형, ㄴ) 각추형,
ㄷ) 원판형

2) 나사후라이스에 의한 가공

나사후라이스가공은 생산능률이 높기때문에 다량 및 계렬생산에서 널리 리용되고있다.

나사후라이스가공은 원판형나사후라이스가공과 빗살형나사후라이스가공으로 나눈다. 여기서는 원판형나사후라이스에 의한 가공에 대하여서만 보기로 한다.

원판형나사후라이스가공략도를 그림 4-143에 주었다.

원판형나사후라이스가공에서 주운동은 후라이스의 회전운동 v이며 보내기운동은 가공품의 회전운동(원주보내기) $S_{원}$과 후라이스의 세로방향보내기운동 $S_{세}$이다.

그림에서 보는바와 같이 후라이스의 축선은 가공품의 축선에 대하여 라선의 라선각 τ만큼 경사지게 설치한다. 일반적으로 나사의 륜곽은 축선자름면에서 규정되기때문에 후라이스의 륜곽은 라선각 τ로 경사진 조건에서 곡선으로 수정하여야 한다.

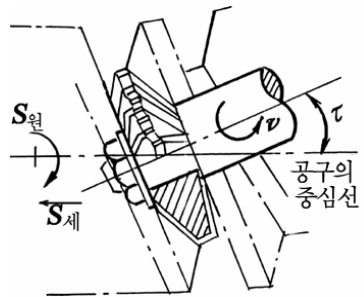



그림 4-143. 원판형나사
후라이스가공

그러나 나사의 라선각이 작은 경우(10°이하)에는 오차가 작으므로 직선이발을 가진 후라이스를 사용한다.

원판형나사후라이스는 겹수가 많고 피치와 라선각이 큰 제형보내기 나사를 가공하는데 리용하며 3각나사치기에는 드물게 리용한다.

또한 륜곽설계와 제작이 복잡하기때문에 흔히 예비가공에 리용하며 정결가공은 나사바이트 또는 나사연마석으로 진행한다.

3) 답브 및 다이스에 의한 가공

(1) 답브에 의한 가공

답브는 속나사를 가공하는 공구로서 손작업과 선반, 볼반 및 전문적인 나사치기반들에서 널리 리용된다.

답브는 작업부분과 자루로 이루어져있다.(그림 4-144)

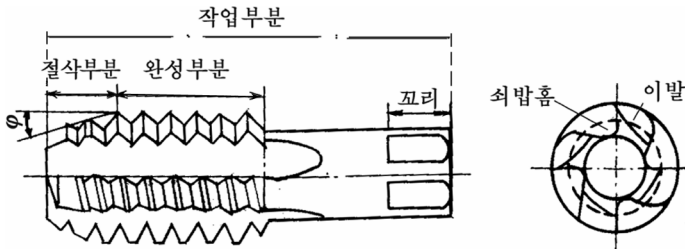



그림 4-144. 답브의 구조

쇠밥홈은 흔히 직선으로 만들며 쇠밥배출조건을 개선할 필요가 있을 때에는 라선으로 만든다.

답브에서 나사부분의 마찰을 줄일 목적으로 길이 100㎜당 0.05~0.12㎜의 반대원추를 준다.

답브는 흔히 탄소공구강 C12ㄹ로 만든다.

답브에는 손답브, 기계답브, 나트답브, 다이스답브 및 엄지답브 등이 있다.

손답브는 손으로 돌리는 답브로서 2~3개가 한묶음으로 되여있다. 치수가 작은 관통된 구멍은 한개의 답브로써 나사를 칠수 있지만 막힌 구멍일 때에는 홈에 쇠밥이 찰수 있고 이발에 쇠밥이 끼울수 있기때문에 한개의 답브로 가공하기 힘들다. 그러므로 3개가 한묶음을 이루는 손답브를 리용한다. 답브번호는 자루에 표시한 고리의 개수를 보면 알수 있다.

기계답브는 한개 혹은 두개를 묶음으로 하여 만든다. 이 답브에서 4각고리와 물개로부터 빠져나오는것을 막기 위한 고리형홈이 있다. 절삭부분의 길이는 막힌 구멍가공할 때 짧게(2개 나사산), 관통구멍가공할 때 길게(6개 나사산) 만든다. 이발은 3개정도이며 나머지구조는 손답브와 같다.

나트답브는 나트에 나사치는 공구로서 여기에는 짧은 나트답브, 긴 나트답브 및 자루굽은 나트답브가 있다.

(2) 다이스에 의한 가공

다이스는 걸나사를 가공하기 위한 공구로서 손작업과 선반, 자동반 및 전문적인 나사치기반들에 널리 리용된다.

다이스에는 원형다이스, 관형다이스 및 짜개진각형다이스가 있다.

여기에서는 원형다이스에 대하여 구체적으로 보기로 한다.

원형다이스는 다이스가운데서 가장 널리 리용되는 다이스이다. 원형다이스는 사용상 편리하지만 정밀한 나사를 칠수 없다.

그림 4-145에는 원형다이스의 구조를 주었다.

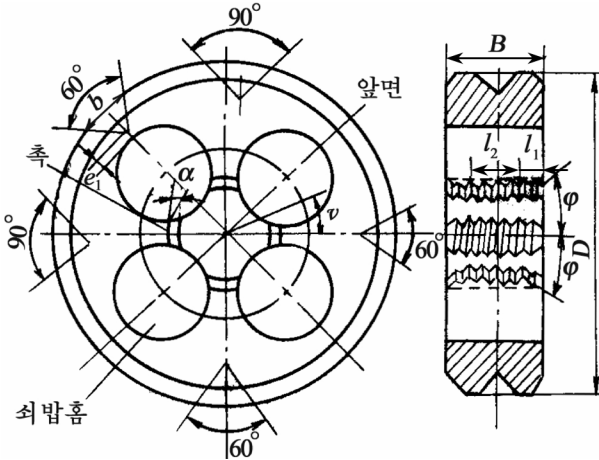



그림 4-145. 원형다이스의 구조

원형다이스의 기하학적요소는 다음과 같다.

작업부분은 절삭부분 l_1과 완성부분 l_2로 이루어졌는데 다이스의 작업능력을 높이기 위하여 량쪽에 절삭부분을 주었다.

절삭부분의 원추각은 2φ=40~60°이다. 절삭부분의 끝면에서 직경은 공구를 안내하기 위하여 가공되는 나사의 외경보다 더 크게 잡는다. 완

성부분의 길이는 나사산 3~6개를 차지한다.

앞각은 γ=15~20°로 주며 뒤각은 절삭부분에서 α=4~8°, 완성부분에서 α=0°로 준다.

쇠밥홈의 수는 나사의 직경에 따라 3~7개 범위에 있다.

원형다이스에서 외경 D는 다이스고정틀에 맞추기 위하여 규격화되여있다. 다이스의 두께 B는 다이스를 열처리할 때 변형을 작게 할 목적으로 될수록 얇게 한다. ($B=2l_1+l_2$)

원형다이스의 날이 무디면 쇠밥홈안에 직경이 작은 연마석을 넣어 돌리면서 앞면을 연마한다. 한편 뒤각을 주기 위하여 뒤면따기를 하였기때문에 날을 연마하면 다이스의 나사직경이 커진다. 그러므로 원형다이스를 오래동안 사용하기 위하여 두께 e_1인 약한 부분을 얇은 연마석으로 자른다. 그리하여 C자모양으로 된 원형다이스를 다이스돌리개에 넣어서 나사직경을 조절한다.

직경을 조절할 때 가운데나사는 짜개진 홈에 들어가면서 홈의 너비를 조절하고 량쪽에 있는 두개의 나사는 편심된 조절나사홈(90°)을 누르면서 다이스의 직경을 조인다.

2. 치차가공

치차가공법에는 본따기법과 창성법이 있다.

치차는 축과 이발의 배치에 따라 여러가지로 분류되는것만큼 그 가공방법도 여러가지로 분류된다. 여기에서는 본따기법과 창성법에 의한 직선이발원통치차가공과 직선이발원추치차가공만을 보기로 한다.

1) 본따기법에 의한 치차가공

본따기법은 공구이발프로필을 가공하려는 치차의 홈에 그대로 옮기는 방법이다. 이 방법에 의한 가공에서는 절삭공구가 본따기테두리와 같은 자리길을 따라 작업하므로 가공되는 제품이 본따기와 꼭같은 모양으로 만들어진다.

본따기가공을 하면 로동생산능률을 훨씬 높이고 원가를 낮출수는 있으나 본따기본을 만드는데 품이 많이 들므로 계렬 및 다량생산에서 널리 적용하고 개별생산에서는 형타가공에만 적용한다.

(1) 원통치차의 본따기가공

원통치차이발의 본따기가공은 이발홈의 모양과 꼭같은 총형공구로 진행하는데 여기에는 원판모쥴후라이스, 밑날모쥴후라이스, 치차종삭머리로 가공하는 방법들이 있다.

- 원판모쥴후라이스에 의한 가공

원판모쥴후라이스는 절삭날의 옆모습을 가공되는 치차의 이발홈 또는 이발의 모양과 같게 만든 모양후라이스이다.(그림 4-146의 ㄱ)

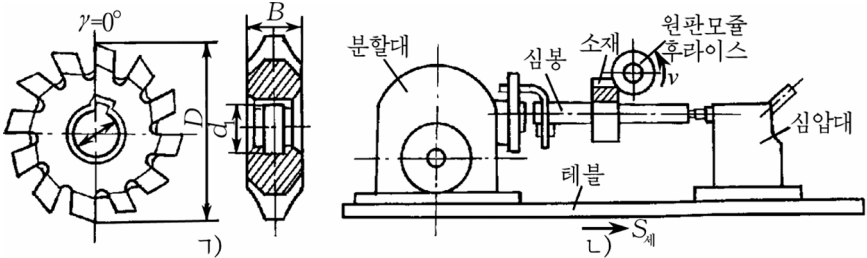



그림 4-146. 원판모쥴후라이스(ㄱ)와 그에 의한 가공(ㄴ)

이 후라이스로는 치차가공의 특수한 설비가 없이 만능후라이스반과 분할대만 있으면 치차를 가공할수 있다.(그림 4-146의 ㄴ) 그러나 가공되는 치차의 정밀도가 낮다.

원판모쥴후라이스의 절삭날테두리는 치차의 이발수만 차이나도 그에 맞게 달라져야 한다. 이렇게 하자면 매개 치차마다 따로 공구를 준비하여야 하는데 이것은 운영상 불편하다. 그러므로 원판모쥴후라이스는 가공되는 치차의 이발수에 따라서 묶음을 무어 쓴다. 즉 치차의 모쥴이 8㎜이하인 경우에는 8개, 8㎜이상인 경우에는 15개, 보다 정밀한 치차를 가공하는 경우에는 26개가 한묶음으로 되도록 무었다. 원판모쥴후라이스는 직선 및 경사이발치차가공에 쓰인다.

- 밑날모쥴후라이스에 의한 가공

밑날모쥴후라이스는 밑날을 가지고 치차이발을 가공하는 모양후라이스이다.(그림 4-147)

밑날모쥴후라이스는 모쥴이 큰(m=10~50) 직선이발, 경사이발 및 쌍경사이발원통치차를 가공하는데 사용된다.

원판모쥴후라이스로 가공할수 없는 치차 즉 계단치차, 쌍경사이발치차 같은것을 밑날모쥴후라이스로 가공할수 있다.

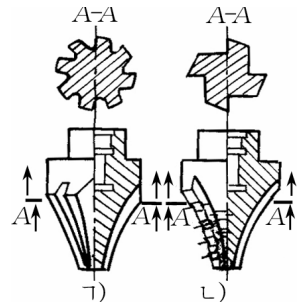



그림 4-147. 밑날모쥴후라이스

밑날모즐후라이스에 의한 가공은 대형치차가공반, 보링반 등에서 진행된다.

밑날모즐후라이스는 모즐이 큰 치차를 가공하기때문에 많은 쇠밥을 절삭해내야 하므로 정밀가공용(그림의 ㄱ)과 거친가공용(그림의 ㄴ)으로 나누어 사용한다.

정결가공용은 공구앞각에 의한 륜곽이지러짐을 피하기 위하여 $\gamma=0°$로 하며 륜곽측정을 쉽게 할 목적으로 이발수를 짝수로 한다.

거친가공용에서는 절삭과정을 순조롭게 하기 위하여 $\gamma=8°$까지 주고 경사이발로 만들며 절삭날에는 쇠밥분쇄홈이 있다. 모즐이 $m>24$인 경우에는 제형륜곽으로 된 초벌가공용으로 먼저 많은 쇠밥을 절삭해낸다.

(2) 원추치차의 본따기가공

직선이발원추치차의 본따기가공은 주로 원판모즐후라이스와 밑날모즐후라이스로 가공하는 방법들이 있다.

- 원판모즐후라이스에 의한 가공

그림 4-148에는 전문기대 또는 만능수평후라이스반과 만능분할대를 써서 직선이발원추치차를 가공하는 략도를 주었다.

만능분할대의 주축은 가공되는 치차의 이발홈바닥이 수평으로 되게 각 φ로 설치하고 매 이발홈에 대하여 세통과로 가공한다. 원추치차의 이발홈은 직경이 작은쪽으로 가면서 홈의 너비가 좁아진다. 그러므로 첫번째 통과에서 홈바닥 1을, 두번째 통과에서 홈의 측면 2를, 세번째 통과에서 다른쪽 측면 3을 가공한다. 따라서 두번째와 세번째 통과에서는 C점을 중심으로 수평면상에서 가공품을 왼쪽, 오른쪽으로 각 φ만큼 돌려놓아야 한다.

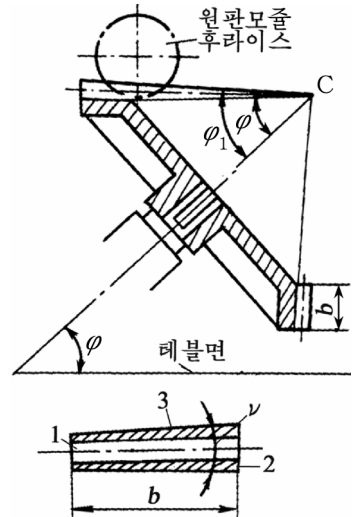



그림 4-148. 원판모즐후라이스에 의한 직선이발원추치차가공략도

이 방법은 치차의 안쪽과 바깥쪽에서 이발높이가 서로 달라도 륜곽이 꼭 같아지기때문에 불리하다. 정확하게는 닮음도형이 되여야 한다.

- 밑날모즐후라이스에 의한 가공

그림 4-149에는 밑날모즐후라이스로 원추치차를 가공하는 략도를 주었다.

이 방법은 모쥴이 큰 직선이발뿐아니라 경사이발, 2중경사이발원추치차가공에 널리 리용되고있다.

보내기나사에 의하여 주축함이 베트안내를 따라 이동할때 안내에 수직인 방향에서 주축함은 습동할수 있다.

이발의 매 점에서 요구하는 륜곽을 얻기 위하여 밑날모쥴후라이스는 수정자에 의하여 가공품쪽으로 들어간다. 그리하여 바깥원추부분의 홈이 더 깊게 그리고 더 넓게 가공된다.

그림 4-149. 밑날모쥴후라이스에 의한 원추치차가공략도

이 방법도 분할오차와 륜곽오차를 가지며 생산능률이 낮은 결함이 있다.

2) 창성법에 의한 치차가공

창성법은 두 치차 혹은 라크와 치차의 창성맞물림원리를 리용하여 가공하는 방법이다. 이 방법에 의한 가공에서는 공구와 부분품이 상대운동을 진행할 때 공구프로필(륜곽)의 순차적위치의 포락선에 의하여 부분품의 프로필을 얻는다.

창성가공을 하면 모쥴이 같은 조건에서 가공치차의 이발수에 관계없이 모든 치차를 깎을수 있다. 또한 가공과정이 련속적으로 비교적 균일하기때문에 가공정밀도가 높다. 그리고 창성가공은 본따기가공에 비하여 생산성도 훨씬 높다.

(1) 원통치차의 창성가공

원통치차의 창성가공방법에는 호쁘, 돌뱌크, 치절라크로 가공하는 방법들이 있다.

- 호쁘에 의한 가공

호쁘는 호삥반에서 치차가공에 쓰이는 전문치절공구로서 직선이발, 경사이발원통치차와 웜치차를 가공하기 위한 공구이다.

호쁘에 의한 창성가공방법은 웜과 웜치차의 맞물림원리에 기초하고 있다.(그림 4-150의 ㄱ) 가공되는 치차이발의 인볼류트륜곽은 제형륜곽을 가진 호쁘절삭날의 상대적인 운동에 의하여 이루어진다.(그림 4-150의 ㄴ)

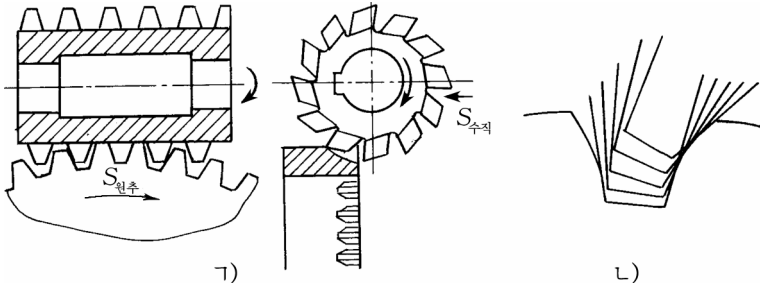



그림 4-150. 호쁘에 의한 치차가공

호쁘는 구조상 웜과 같은데 웜의 라선에 수직인 방향으로 쇠밥홈을 파고 뒤각을 주기 위하여 이발의 뒤면을 따낸 후라이스라고 볼수 있다. 그러므로 세로단면에서 이발의 옆모습은 라크와 같다.

호쁘는 거친가공용과 정결가공용으로 나누는데 정결가공에는 한겹, 거친가공에는 여러겹호쁘를 쓴다.(그림 4-151)

이밖에도 공구재료를 절약할 목적으로 쓰이는 조립형호쁘도 있다.

그림 4-151. 호쁘
ㄱ) 거친가공용, ㄴ) 정결가공용, ㄷ, ㄹ) 조립형

- 돌뱌크에 의한 가공

돌뱌크에 의한 창성가공방법은 두 치차들의 맞물림원리에 기초하고 있다.(그림 4-152)

맞물린 두 치차가운데서 하나는 가공품이고 다른 하나는 앞각 γ와 뒤각 α를 가진 공구(돌뱌크)이다. 이것들은 분할원상에서 미끄럼없는 회전운동을 하며 돌뱌크는 아래우로의 왕복운동인 절삭운동 v를 수행한다.

돌뱌크는 인볼류트륜곽으로 된 절삭날을 가진 특수한 수정치차이다. 즉 돌뱌크는 기초자름면을 중심으로

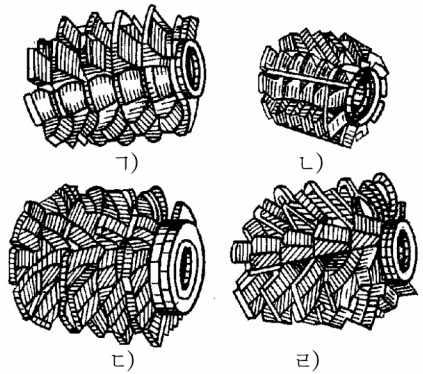
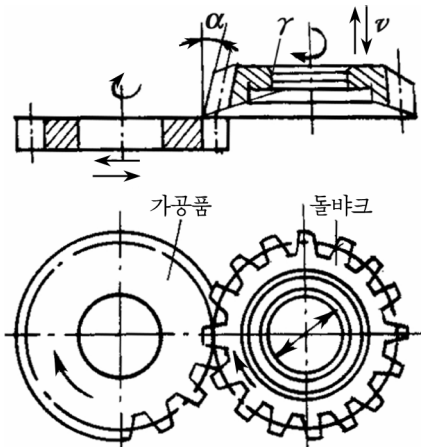



그림 4-152. 돌뱌크에 의한 치차가공

무수히 많은 수정치차들이 겹쌓인것과 같다.

돌뱌크는 거친가공용과 정결가공용으로 나누며 그의 형태에 따라 원판형, 토시형 및 자루형(그림 4-153)으로, 직선이발가공용과 경사이발가공용돌뱌크로 나눈다.

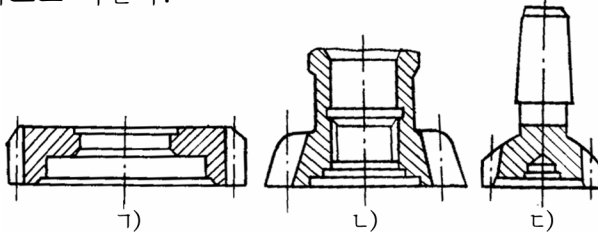



그림 4-153. 돌뱌크의 형태

ㄱ) 원판형, ㄴ) 토시형, ㄷ) 자루형

토시형 및 자루형돌뱌크는 모쥴이 작은 치차 혹은 내면치차를 가공할 때 사용한다.

호뻬에서 가공하기 힘든 계단치차, 내면치차 같은것을 돌뱌크로 가공할수 있다.

(2) 원추치차의 창성가공

직선이발원추치차의 창성가공방법에는 두개의 형삭바이트와 직경이 큰 두개의 원판후라이스로 가공하는 방법들이 있다.

여기서는 치차형삭바이트에 의한 가공만을 고찰한다.

형삭바이트에 의한 원추치차의 창성가공방법을 그림 4-154에 주었다.

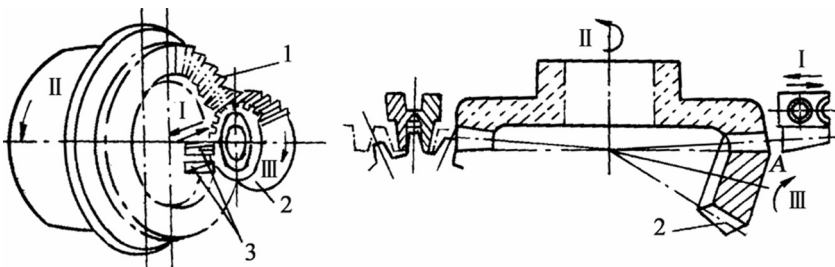



그림 4-154. 형삭바이트에 의한 원추치차의 창성가공

이 방법은 가상평면치차 1과 가공되는 치차 2의 맞물림원리에 기초하고있다. 이때 두 바이트 3의 절삭날들은 가상평면치차의 한개의 이발홈을 대신한다. 그런데 가상평면치차이발의 륜곽은 직선(제형)이기때문에 바이트의 절삭날도 역시 직선으로 되여있다.

가상평면치차의 회전운동 Ⅱ와 가공품의 회전운동 Ⅲ이 창성운동으로

되며 주절삭운동은 두개의 바이트가 가상평면치차의 정점(이 점은 가공되는 치차의 정점이기도 하다.)을 향하는 직선왕복운동이다.

치차형삭바이트의 구조를 그림 4-155에 주었다.

바이트는 각기둥형으로 되여있으며 날은 직선(라크의 한쪽 경사선)이다. 바이트의 설치를 위한 나사구멍들이 있고 바이트의 설치에 따라 뒤각과 앞각이 결정된다.(앞각과 뒤각의 합은 일정)

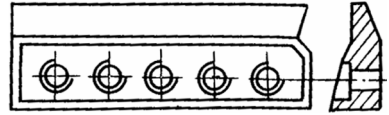



그림 4-155. 치차형삭바이트의 구조

주절삭운동을 실현하는 기구를 그림 4-156에 주었다. 가상평면치차의 역할을 하는 운동판 3에 설치된 크랑크판 1과 2 및 련결대는 접철네토막기구를 이룬다. 크랑크판 1의 회전반경 R는 크랑크판 2의 반경보다 작기때문에 크랑크판 1이 등속회전할 때 크랑크판 2는 요동운동을 하며 그에 고정된 습동대 4는 바이트 5와 함께 왕복운동을 한다.

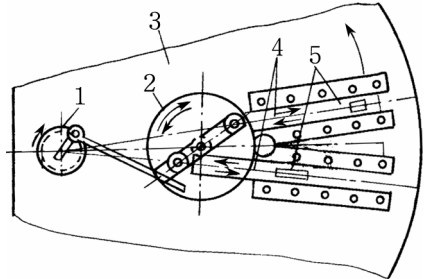



그림 4-156. 요동판우에 있는 바이트왕복운동

3) 치차의 완성가공

정밀한 치차들은 절삭한 다음 이발작업면을 완성가공한다.

열처리하지 않은 치차들의 완성가공방법에는 완성압착가공, 길들이기, 쉐벨가공, 혼합완성압착가공 등이 있다.

열처리한 치차들의 완성가공방법에는 길들이기, 연마, 분마 등이 있다.

(1) 쉐벨가공

쉐벨가공이란 쉐벨(공구)로 이발의 겉면으로부터 0.005~0.05㎜정도의 가는 쇠밥을 긁어내는 방법으로 열처리하지 않은 치차의 이발겉면을 완성가공하는 방법을 말한다.

쉐벨가공은 축선을 사귀게 한 원통치차쌍의 맞물림 또는 라크 맞물림에 기초하고있다.

쉐벨가공에 의하여 6~1 200㎜까지의 직경을 가지면서 모쥴 m= 0.4~12까지인 치차를 가공할수 있다.

쉐벨가공에서는 치차의 가공정밀도를 한등급 높이며 겉면정결도

Ra0.8~0.4㎛까지 보장한다.

쉐벨에는 라크형쉐벨과 원형쉐벨이 있다.(그림 4-157)

라크형쉐벨에 의하여 직선이발치차를 가공하기 위하여서는 쉐벨이 경사이발을 가져야 하며 경사이발치차가공에서는 쉐벨이 세로축선에 직각으로 배치된 직선이발들을 가져야 한다. 따라서 라크형쉐벨과 가공되는 치차는 이발들이 강제로 미끌며 회전하는 라선치차전동장치를 이룬다.(그림의 ㄱ)

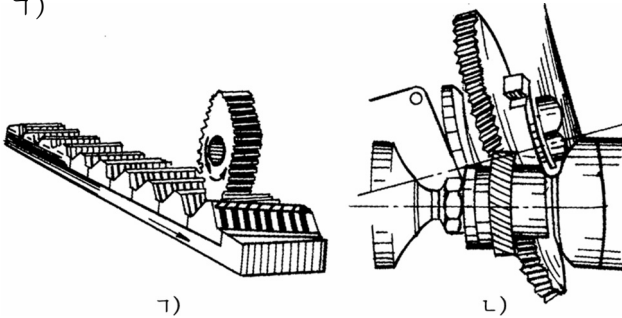



그림 4-157. 쉐벨의 작업략도

ㄱ) 라크형쉐벨에 의한 가공, ㄴ) 원형쉐벨에 의한 가공

직선이발원통치차를 쉐벨가공하기 위한 원형쉐벨이발들은 그의 축선에 대하여 10~15°정도로 경사지으며 경사이발치차가공용쉐벨의 이발은 곧게 하거나 경사지게 하되 쉐벨과 가공되는 치차의 축선은 10~15° 범위에서 사귀여야 한다. 이렇게 하여야 상대적인 미끄럼이 생겨 절삭된다.(그림의 ㄴ)

(2) 치차의 연마

치차이발의 연마방법은 흔히 열처리한 치차들을 완성가공하는데 리용한다.

치차연마도 치차의 절삭가공과 같이 본따기법과 창성법으로 진행할수 있다. 본따기법은 원통치차의 연마에, 창성법은 원통뿐아니라 원추치차를 연마하는데 리용한다.

이 방법은 이발륜곽이 치차이발홈의 륜곽과 같은 연마석으로 린접한 이발의 두 측면과 밑홈을 연마하여 이발걸면을 형성하는 방법이다.(그림 4-158의 ㄱ)

본따기법의 우점은 생산능률이 비교적 높고 연마된 이발의 륜곽이 평활하며 각종 형태의 이발들을 연마할수 있는것이다.

본따기법의 결함은 연마석의 교정이 복잡하고 이발수, 모쥴 및 압

력각에 따라 연마석을 다시 교정하여야 하는것이며 가공정밀도가 낮은것이다. 원통치차를 가공하는 다른 기대와 마찬가지로 이발의 연마작업도 창성법으로 할수 있다.

그림 4-158의 ㄴ)에는 원판형연마석으로 연마작업하는 경우를 주었다.

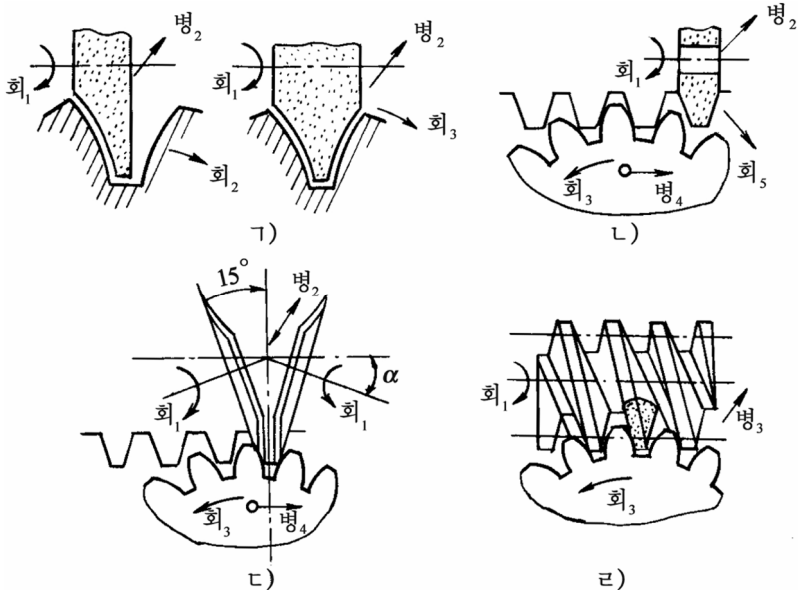



그림 4-158. 연마작업에 의한 치차이발결면의 형성방법

그림 4-158의 ㄷ)에는 접시형연마석에 의한 연마방법을 주었다.

그림 4-158의 ㄹ)에는 웜형연마석으로 작업하는 방법을 주었다.

치차이발연마의 창성법은 본따기법에 비하여 이발들의 인볼류트륜곽과 기타 요소들의 정밀도를 높게 보장하며 연마석의 형태도 간단하다.

련습문제

1. 답브의 구조에 대하여 설명하여라.
2. 다이스의 구조에 대하여 설명하여라.
3. 원판모쵸후라이스에 의한 치차가공에서 정밀도가 낮은 원인에 대하여 설명하여라.
4. 치차의 창성가공방법이란 무엇인가를 설명하여라.
5. 돌뱌크는 어떻게 형성되였는가?

6. 돌바크반에서 첫먹임캄에 대하여 설명하여라.
7. 치차의 완성가공에는 어떤 방법들이 있는가?
8. 쉐벨가공이란 무엇인가에 대하여 설명하여라.

제9절. 수자조종기대에서의 가공

위대한 령도자 **김정일**원수님께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《지금 기계공업의 발전추세는 기계설비들을 수자조종화하고 생산공정을 로보트화하는것입니다.》

수자조종공작기계는 보통선반과는 달리 가공공정을 자동화하여 아무리 복잡한 부분품도 쉽게 정밀하게 만들며 적은 로력을 들이면서도 보다 많은 제품을 생산할수 있게 한다.

수자조종공작기계를 비롯한 자동기계들을 더 많이 설계제작하고 생산에 적극 받아들이는데서 나서는 과학기술적문제들을 원만히 풀기 위하여서는 공작기계의 수자조종과 그 운영에 대한 깊은 지식을 가져야 한다.

1. 수자조종에 대한 개념

1) 수자조종(NC)

수자조종이란 기계를 자동조종하기 위하여 수자식전자회로기술에 기초하여 순차조종과 사보조종을 하는것을 말한다. 즉 기계장치들의 각 부분을 여러가지 기술공정상요구에 따라 차례로 정해진 법칙과 순서대로 동작시키는 순차조종기술과 기계 또는 매듭들의 운동속도와 운행행정을 어떤 주어진 법칙에 추종시키는 사보조종을 수자 또는 문자로 실현하는것을 말한다.

수자조종은 전자공업과 사보기술의 발전 특히 콤퓨터기술의 발전으로 더욱 넓은 분야에서 도입되고있다.

2) 공작기계수자조종의 우점

공작기계수자조종의 우점은 다음과 같다.

① 복잡한 륜곽을 쉽게 가공할수 있다. 종전의 가공방법으로 복잡한 총형면을 가공하려면 캄 또는 본따기본을 만들고 그에 따르는 지구들을 마련하여야 하므로 로력과 시간, 자금이 많이 든다. 그러나 수자조종에 의해서는 가공프로그람을 작성하여 기동시키면 쉽게 가공할수 있다.

② 기술준비시간을 현저히 줄인다. 기술장비를 설계하고 제작하며 기대를 조절하는데는 많은 시간이 든다. 특히 개별 및 소계렬생산에서 이러한 기술준비시간을 줄이는것은 큰 의의를 가지는데 바로 수자조종공작기계가 개별 및 소계렬생산에서 매우 효과적이다. 즉 제품이 바뀔 때에는 가공프로그람만 바꾸어주면 된다.

③ 로동생산능률이 높다.

보통공작기계에서 기계가공시간비률이 20~30%에 지나지 않고 나머지는 준비시간에 모두 소비된다면 수자조종공작기계에서는 이 가공시간비률이 60~80%이다.

이것은 수자조종가공에서 프로그람을 준비하는 작업을 시간과 공간적으로 기대와 분리시켜 진행할수 있기때문이다. 또한 수자조종가공에서는 여러기대맡아보기를 진행할수 있으므로 한사람당 생산액을 훨씬 높인다.

④ 수자조종공작기계에서는 보통 자동선반 및 반자동선반에서보다 기대공의 로동조건이 매우 좋다.

⑤ 기대공의 착오로 인한 오작을 막을수 있다. 특히 수자조종가공기술이 발전함에 따라 가공정밀도를 더욱 높이고있다.

수자조종기대에 오차보정장치들이 결합됨으로써 공구의 치수마모, 제작체계의 억세기에 의한 오차 등을 자동적으로 수정하면서 가공이 진행된다. 즉 가공과정에 프로그람자체를 수정하여준다.

⑥ 수자조종장치와 콤퓨터를 결합한 원격조종기술인 집적수자조종기술이 발전하면서 기대무리의 무인조종을 할수 있다.

3) 공작기계수자조종의 수준

여러가지 수자조종기대들의 자동화정도는 서로 다르다.

어떤 수자조종기대가 더 고급한가 하는것은 다음과 같은 지표를 가지고 평가한다.

① 조종능력

조종능력은 우선 공작기계가 가지고있는 자리표축의 수에 의하여 규정된다.

수자조종기대의 기술적성능은 조종되는 자리표수뿐아니라 동시에 조종되는 자리표수에 의하여 규정된다.

례를 들어 2.5자리표 수자조종후라이스반에서 테블의 X축과 Y축조종을 동시에 할수 있지만 Z축은 동시에 조종되지 않고 다만 설정된 위치만을 유지한다. 그러나 3자리표에서는 X, Y, Z축 모두가 동시에 조종된다.

비행기부분품과 같은 복잡한 가공에는 5자리표를 조종하는 기대가 리용되고있다.

다음으로 보간능력(직선보간, 활등보간, 여러가지 곡선보간 등)과 지령범위에 의하여 조종능력이 규정된다. 지령범위에는 분해능, 최대보내기, 보내기조절비가 있다.

분해능이란 감도한계 즉 측정계기가 얼마나 작은 측정량을 수감하는가를 표시하는 능력이다. 현재 분해능으로는 0.1㎛정도, 최대보내기는 25m/min, 보내기조절비는 2만:1정도를 얻고있다.

② 사용의 편리성

사용의 편리성은 입출구수단의 장비수준(건반, 테프, 표시장치에 그라프로 표시할수 있는가)과 프로그람작성능력(자동인가, 자료기지준비정도), 자료입력방식의 자유도(지령값을 절대값/증분값, 인치/메터, 직경/반경, 소수점의 유무 등 각이한 방법으로 줄수 있는가)에 의하여 규정된다.

③ 장치운전의 믿음성

장치운전의 믿음성은 고장예비대책(회로의 간편화, 잡음안전 대책), 고장퇴치대책(자체진단기능 등), 사고확대방지대책 등에 의하여 규정된다.

4) 수자조종체계의 분류

공작기계의 수자조종체계는 분류기준에 따라 여러가지로 갈라볼수 있다.

(1) 행로를 조절하는 방식에 의한 분류(그림 4-159)

공작기계의 절삭기능에 따라 위치조종체계와 륜곽조종체계로 나눈다.

위치조종체계는 다시 위치결정조종체계와 직선절삭조종체계로 나눈다.

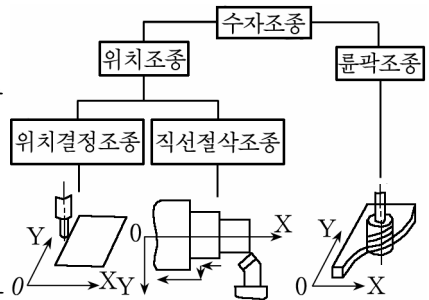
- 위치결정조종체계

공구가 자리잡을 위치(점)만을 결정하는 수자조종체계이다.

례를 들면 볼반과 같이 가공품의 구멍들을 하나씩 차례로 뚫을 때 가공품이 이동하는 동안에는 가공하지 않고 오직 구멍의 위치를 결정하는것만 수자조종하는 체계이다.

그림 4-159. 행로를 조절하는 방식에 의한 분류

- 직선절삭조종체계

기대의 이동자리표축에 평행인 직선이동을 하면서 절삭하는 조종방식이다. 례를 들면 선반에서 계단축을 절삭하는 경우이다.

- **륜곽조종체계**

2개 혹은 3개의 자리표축을 동시에 조종하여 임의로 경사진 직선(경사평면 혹은 곡선, 곡면)을 절삭하는 수자조종체계이다.

례를 들면 평면캄의 륜곽을 후라이스가공할 때 X, Y자리표축을 부단히 엇바꿔 해당한 속도비에 따라 조종한다.

(2) 통보의 흐름방식에 의한 분류

- **열린사보구동체계**(그림 4-160의 ㄱ)

이 방식에서는 구동용전동기로 걸음전동기를 쓰고 임풀스지령으로 구동한다. 검출기나 반결합회로를 쓰지 않기때문에 구조가 간단하다. 그러나 이 방식에서는 보내기정밀도가 걸음전동기의 회전정밀도, 변속장치와 볼나사축의 정밀도 및 구동체계의 정밀도에 직접 영향을 주게 된다.

- **반닫긴사보구동체계**(그림 4-160의 ㄴ)

이 방식에서는 사보전동기 1에 달린 위치수감부 2에 의해 볼나사축의 회전각도를 검출하며 속도발전기 3에 의해 회전속도를 검출한다. 볼나사에는 정밀도오차나 틈이 있기때문에 테블의 실제이동거리는 볼나사의 회전각에 정확히 비례되지 않는다.

그림 4-160. 통보의 흐름방식에 의한 분류
ㄱ) 열린사보구동체계,
ㄴ) 반닫긴사보구동체계,
ㄷ) 닫긴사보구동체계

그러나 높은 정밀도를 가진 볼나사가 개발되고있으며 피치오차와 틈을 보정하는 등의 여러가지 대책들을 세우고있기때문에 볼나사의 회전각에 대한 실제공구 이동거리는 거의 비례관계에 있다. 그러므로 대부분의 수자조종선반의 보내기사보구동체계에 이 방식을 쓰고있다.

- **닫긴사보구동체계**(그림 4-160의 ㄷ)

직접 썰매에 수감요소를 설치하여 위치를 검출한다.

이 방식은 반닫긴사보구동체계에 비하여 가공정밀도를 높일수 있다

는 점에서는 우월하다. 그러나 사보기구의 안정에 나쁜 영향을 주는 요인들이 많으므로 이 방식을 쓰는 경우에는 습동부분의 마찰특성을 좋게 하며 기대의 억세기를 높여야 한다.

- **자체조절사보구동체계**

외부조건의 변화에 적용한것으로서 가장 선진적인것이다.

제작체계의 변형을 고려하여 가공과정을 수정하는 기본 및 보충통보외에 우연적인 요인들인 절삭공구의 마모, 가공품의 진동, 소재의 억세기 등을 고려하여 절삭상태를 조절한다. 조절인자는 절삭힘, 절삭모멘트 등이다.

(3) 운전방식에 의한 분류

운전방식에 의한 분류에서는 기억운전방식과 테프운전방식이 있는데 기억운전방식은 가공정보를 내부기억장치에 기억시켜놓고 가공한다. 테프운전방식에서는 테프읽기장치를 통하여 계속 정보를 받으면서 가공한다.

5) 수자조종장치의 일반적구성

그림 4-161에는 수자조종장치의 일반적구성을 주었다.

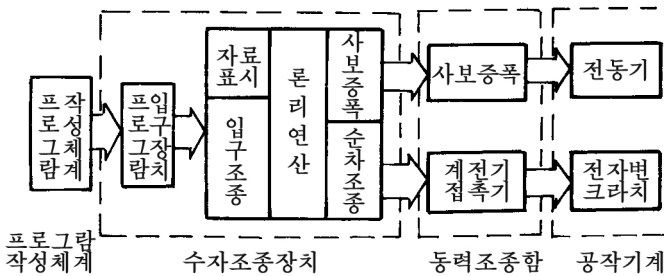



그림 4-161. 수자조종장치의 일반적구성

프로그람작성체계에서는 가공프로그람을 수동 또는 콤퓨터지원에 의하여 자동적으로 작성한다.

가공프로그람은 건반으로 입력하거나 테프에 의하여 입력할수 있으며 또는 콤퓨터로 수자조종장치에 자료전송을 해줄수도 있다.

입구조종에서는 수자조종정보의 읽기조종, 입구정보의 자료처리, 검사 및 변환상태통보들의 표시들을 조종한다.

론리연산에서는 각종 연산처리기능(보내기속도연산, 위치결정연산, 보간연산, 순차조종연산, 보정연산, 특수기능발생연산)을 수행한다.

출구조종에서는 사보조종, 위치조종, 속도검출조종, 기계조작순차조종을 수행한다.

사보조종에서는 사보량을 증폭하여 사보전동기의 회전수를 조종하며 순차조종에서는 계전기, 접촉기에 의하여 전자변크라치를 조종하여 기계조작순차조종을 실현한다.

6) 수자조종체계의 요소

(1) 자료입력요소

수자조종자료의 입력방식에는 건반에 의한 입력, 자기원판에 의한 입력, 카세트록음기, 구멍테프에 의한 입력방식이 있다.

- 구멍테프에 의한 자료입력

구멍테프에 의한 자료입력방식에는 접촉식과 비접촉식이 있는데 비접촉식(빛전기식)읽기장치의 원리를 그림 4-162에 주었다.

그림에는 읽기장치와 함께 테프보내기기구도 표시되여있다.

주동로라는 전동기로부터 감속기를 거쳐 초당 100개의 가로줄을 읽을수 있는 일정한 선속도로 돈다. 테프에 보내기를 주려면 전자철 1을 차단함과 함께 전자철 2를 동작시켜 철편을 끌어당겨야 한다. 광원에서 나오는 빛을 집광렌즈에 접속시켜 테프에 비쳐준다. 테프가 이동할 때 구멍이 나타나면 구멍을 지나는 빛은 빛전기소자에 작용하여 전기적신호를 일으킨다.

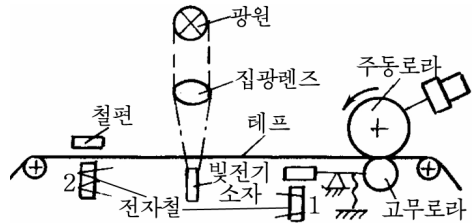



그림 4-162. 비접촉식(빛전기식)읽기장치의 원리

- 자기테프에 의한 자료입력(그림 4-163)

자기테프에 프로그람을 적기 위해 감응머리를 리용한다.

공극의 너비는 0.01~0.02㎜이다. 자기테프는 공극의 앞에서 등속운동한다. 필요한 주파수를 가진 교류전류를 선륜에 보내면 변하는 자기마당이 생겨 자기테프에 《자기눈금》을 형성한다.

읽기 위해서 자기테프를 감응머리의 앞으로 등속이동시키면 철심에는 변하는 자기마당이 생겨 선륜에 기전력이 유기된다. 이때 선륜에 임풀스전류묶음이 나타난다.

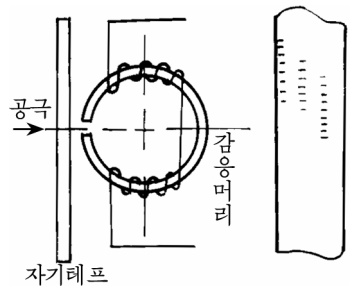



그림 4-163. 자기테프에 의한 자료입력

자기눈금은 테프에 몇개의 줄로 배치된다. 매 줄은 프로그람에 해당한 내용을 담고있다. 즉 첫 줄은 작업부분의 이동량이고 둘째 줄은 가로이동량, 세번째 줄은 주기와 공정지령 등이다.

(2) 수행요소

열린체계에서는 걸음전동기와 유압모멘트증폭기를 사용하며 닫긴체계에서는 고모멘트직류전동기를 사용한다.

최근에는 교류수행전동기를 주파수조종이나 벡토르조종으로 무계단조종하는것이 추세로 되고있다.

그림 4-164. 3단식걸음전동기의 원리

그림 4-164에는 3단식걸음전동기의 원리를 주었다.

걸음전동기는 고정자와 회전자로 이루어졌는데 회전자는 3개의 부분으로 이루어지면서도 서로 이발피치의 1/3만큼씩 어긋나게 회전자축에 고정되였다. 권선 Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ에 임풀스분배기로부터 차례로 임풀스신호를 주면 회전자는 한 임풀스당 회전자이발피치의 1/3만큼씩 돈다. 즉 회전자의 둘레에 8개의 이발이 있다면 회전자는 한 임풀스당 1/2만큼 돌아간다.

그림 4-165에는 걸음전동기와 이어진 유압모멘트증폭기의 략도를 주었다.

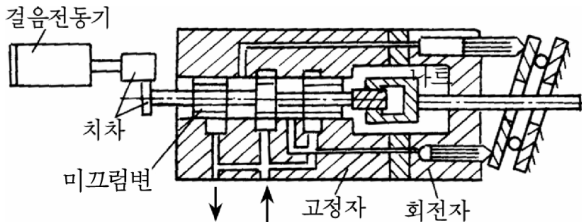



그림 4-165. 유압모멘트증폭기의 략도

유압모멘트증폭기안에 있는 미끄럼변의 한쪽에는 치차가, 다른쪽에는 나사가 있다. 회전자에는 세로방향으로 여러개의 피스톤들이 배치되여있으며 가운데에는 출구축이 고정되고 그 한끝에는 나트가 미끄럼변의 나사와 이어져있다.

걸음전동기에 의하여 미끄럼변이 돌 때 미끄럼변은 나사쌍의 도움으로 축선방향에서 이동한다.

그러면 기름통로는 회전자가 미끄럼변이 돌았던 방향으로 돌도록 이어준다. 이와 같이 회전자가 돌면 미끄럼변은 다시 처음위치로 이동

하면서 회전자가 돌지 못하게 기름통로를 막아준다. 즉 미끄럼변의 회전각만큼 출구축이 추종하여 돈다.

이때 걸음전동기의 부하모멘트는 유압원동기증폭기의 출구축에 걸리는 부하모멘트의 영향을 받지 않는다.

(3) 수감요소

수감요소로서 엔코더를 고찰하자.

엔코더란 위치변화에 따르는 수자신호를 얻는 수감요소를 말한다. 주로 위치반결합요소를 쓴다.

엔코더에는 회전형과 직선형으로 된 빛전기식, 전기식, 자기식엔코더가 있다.

그림 4-166에는 빛전기식회전엔코더를 주었다.

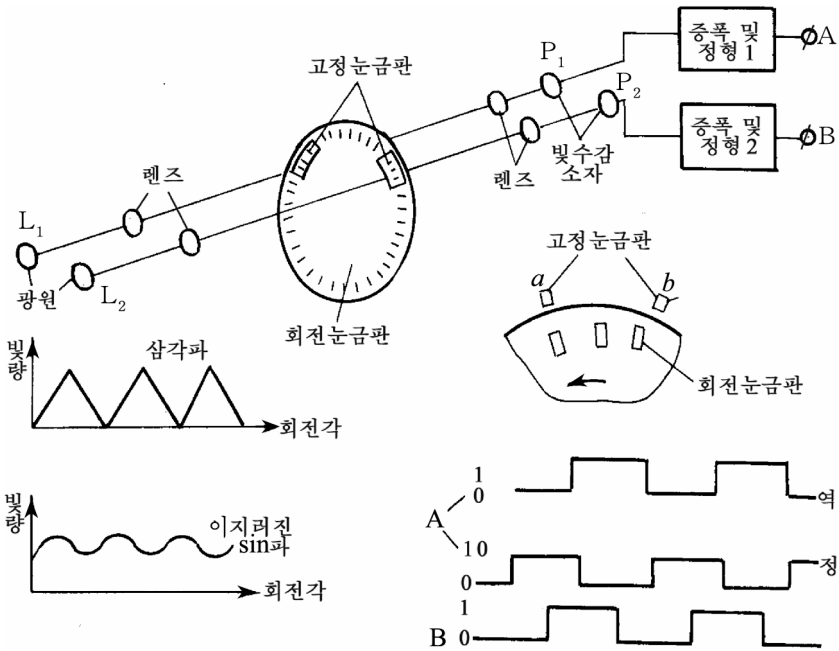



그림 4-166. 빛전기식회전엔코더

회전눈금판과 고정눈금판은 주로 유리에 금속(크롬 또는 동)을 증착시키고 사진부식방법으로 눈금을 새겨서 만든다.

회전눈금판과 고정눈금판이 일치하는 순간 P1은 최대(a)로 된다. 이때 P_2는 그의 1/2 되게 b를 배치한다.(전위각 90°의 위상차보장) 이 순간부터 회전눈금판이 같은 방향으로 계속 돌면 P_1이 받는 빛량은

작아지며 P_2가 받는 빛량은 커진다.

결국 빛소자가 받는 빛량은 3각파모양으로 변한다. 빛의 에돌이, 광원과 빛수감소자와의 평행도편차 등으로 하여 파모양이 이지러진다. P_1과 P_2에서 나오는 전기적신호는 회전수가 높을수록 작아지므로 이것을 증폭한다. 이것은 회전속도로 전환할수 있다.

평행회로에서 구형파는 정형된다.

엔코더의 회전방향은 만일 B가 〈1〉인 때 A에 오름면이 있으면 정방향, B가 〈0〉인 때 A에 오름면이 있으면 역방향으로 판별한다.

그림 4-167에는 직선엔코더를 주었다.

공작기계의 베트에 설치하여 쓰기때문에 완전닫긴반결합수감요소로서 널리 쓰일뿐아니라 공작기계에서 련속가공치수의 정확한 측정을 비롯하여 3차원측정기의 위치수감요소로서도 쓰인다.

참고표시눈금은 절대원점을 재는데 쓸수 있다.

광원에서 나온 빛은 렌즈를 거쳐 눈금자의 기본살창눈금과 고정눈금판의 측정용고정살창눈금을 통과하는데 이 빛을 빛수감소자로 수감하여 이동량을 측정한다.

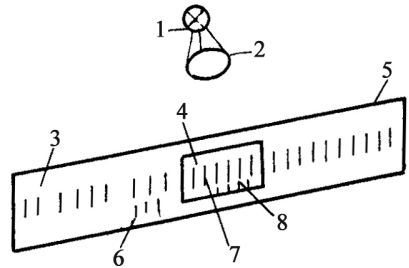



그림 4-167. 직선엔코더
1- 광원, 2- 렌즈,
3- 기본살창눈금, 4- 고정눈금판,
5- 눈금자, 6- 참고표시눈금,
7- 측정용고정살창눈금,
8- 보조눈금

7) 수자조종장치의 보간기능

수자조종장치의 **보간기능**이란 특별히 지적된 점과 이행점사이를 수학적표현함수식에 따라 조종장치가 자동적으로 자리표값을 계산하고 조종하도록 하는 기능을 말한다.

일반적으로 륜곽가공은 후라이스에 의하여 수행한다.

후라이스로 륜곽을 가공하는 경우에 가공품의 륜곽과 공구중심의 자리길은 일치하지 않는다.(그림 4-168)

공구의 운동자리길은 가공품륜곽으로부터 공구의 반경만큼 떨어진 곡선이므로 등거리곡선이라고도 한다. 등거리곡선을 이루는

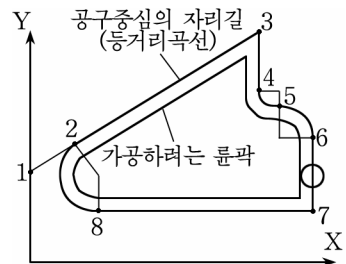



그림 4-168. 후라이스의 운동자리

개별적인 기하학적요소들의 련결점들을 마디점(2, 3, …, 8)이라고 한다.

등거리곡선 또는 자리표축에 평행이 아닌 직선이나 곡선인 때 례를 들면 직선 2-3, 활등 5-6 등은 미세한 X, Y축에 평행인 선분들로 하나하나 프로그람에 지령하여야 하는데 이것은 대단히 복잡하다. 그러므로 수자조종장치에서 프로그람에 마디점들만 지적하면 보간기능에 의하여 해결된다.

직선선분을 따라 공구를 이동시키는것을 **직선보간**, 활등을 따라 이동시키는것을 **활등보간**이라고 한다. 이밖에 팔매선보간도 있다.

(1) 대수연산보간방식

대수연산보간방식은 공구중심을 X, Y축방향으로 움직이게 하되 계단형태로 주어진 곡선을 따라 이동시키면서 근사화하는 방식이다.

그림 4-169의 ㄱ)는 직선보간인 경우인데 요구하는 공구의 자리길은 O점으로부터 A점에 이르는 직선이다.

만일 공구중심이 보간해야 할 선분 OA보다 아래에 있다면 Y지령임풀스를 주어 공구를 Y축방향으로 이동시켜야 하며 공구중심이 보간하여야 할 선상에 있거나 선보다 우에 있다면 X지령임풀스를 주어 공구를 X축방향으로 이동시켜야 한다.

공구중심이 보간하여야 할 선분보다 우에 있는가 아래에 있는가 하는것은 평가함수식에 의하여 계산하고 그의 부호에 의하여 판단한다. 즉

$$F= Y_i X_K - X_i Y_K$$

여기서 $X_K Y_K$– 보간되는 선분의 마지막점의 자리표

$X_i Y_i$– 임의의 위치에서 공구중심의 자리표

만일 F>0이면 공구중심이 보간되는 선분보다 우에, F<0이면 아래에, F=0이면 선분상에 있다는것을 의미한다.

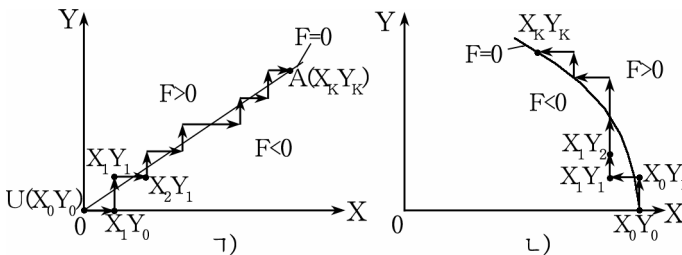



그림 4-169. 대수연산방식에 의한 보간
ㄱ) 직선보간, ㄴ) 활등보간

그림 4-169의 ㄴ)는 활등보간의 경우이다.

이때 점 X_0Y_0으로부터 점 X_KY_K에 이르는 활등이 보간된다.

활등보간에서 평가함수식은 다음과 같다.

$$F = X_i^2 + Y_i^2 - R^2$$

여기서 R - 보간되는 활등의 반경

공구중심이 활등바깥에 있으면 F>0, 활등안에 있으면 F<0, 활등상에 있으면 F=0이다. 그림과 같이 제1분구인 경우에 F>0이면 +Y축방향으로 지령임풀스를 주며 F≦0이면 -X축방향으로 지령임풀스를 준다.(분구가 다르면 지령임풀스를 달리 준다.)

이렇게 X, Y축에 따라 동시조종하여 활등에 가까운 계단의 〈-〉선을 얻는데 실제에 있어서 임풀스당 이동량이 매우 작기때문에 우리가 눈으로 보기에는 공구중심은 활등을 따라 움직이는것처럼 보인다.

(2) 개선된 대수연산보간방식

개선된 대수연산보간방식은 X축 또는 Y축과 45°방향으로 임풀스를 내보냄으로써 보간의 원활성을 보장하는 방식이다.(그림 4-170)

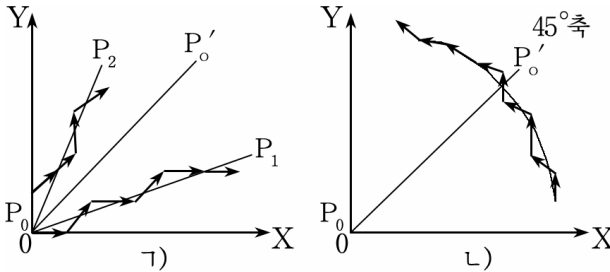



그림 4-170. 개선된 대수연산보간

ㄱ) 개선된 대수연산직선보간, ㄴ) 개선된 대수연산활등보간

직선을 보간하는 경우(그림의 ㄱ) P_1이 직선 P_0P_0'(축에 45°인 직선)의 웃쪽인가 아래쪽인가를 판별하여 아래쪽이면 45°임풀스와 X축임풀스를 내보내며 웃쪽이면 Y축임풀스와 45°임풀스를 내보낸다.

직선 P_0P_1인 경우에 공구중심이 이 직선보다 아래에 있으면 45°임풀스를 내보내며 이 직선상에 있거나 웃쪽에 있으면 X축임풀스를 내보낸다.

직선 P_0P_2인 경우 공구중심이 이 직선보다 아래에 있거나 이 직선상에 있으면 Y축임풀스를 내보내며 이 직선보다 우에 있을 때에는 45°임풀스를 내보낸다.

개선된 대수연산활등보간방식(그림의 ㄴ)은 공구의 중심이 직선 P_0P_0'의 웃쪽인가 아래쪽인가, 원의 바깥쪽인가 안쪽인가를 판별하여 축에 평행인 임풀스와 45°임풀스를 내보내는 방식이다.

직선 P_0P_0'의 아래쪽인 경우 원밖에 있으면 45°임풀스를 내보내며 원상에 있거나 원안에 있으면 Y축임풀스를 내보낸다.

직선 P_0P_0'의 웃쪽인 경우 원밖에 있으면 -X축의 〈-〉방향으로 임풀스를 내보내며 원안에 있거나 원상에 있으면 45°임풀스를 내보낸다.

상식

NC기술과 CNC기술

수자처리기술에 기초한 자동조종기술이 처음 나왔을 때에는 콤퓨터를 직접 쓰지 않았으므로 수자조종(NC)기술이라고만 하였다.

NC기술이 제일먼저 도입된것은 공작기계부분이다.

수자조종은 1950년대에 비행기부속품을 비롯한 가볍고 복잡하면서도 정밀도와 정확도가 높은 제품을 가공하는 과정에 나왔다.

조종에서 련속량을 수자로 변환하여 처리하면 정보를 기억하기 쉽고 처리하기 쉬우며 멀리에 정확히 보낼수 있기때문에 정보처리에서 높은 정확도를 보장할수 있다. 이런 우점을 제품가공에 적용하기 위한 연구가 진행되였으며 제품가공에서 임의의 곡선운동을 허용오차범위안에서 요소구분하여 그것을 조밀한 계단운동으로 바꾸는 수자조종의 기본원리가 나오게 되였다.

그러나 수자조종은 수자회로기술과 사보기술의 유기적결합에 의하여 비로소 가능하게 되였으며 1952년 수자조종후라이스반에 처음으로 도입되여 여러 단계를 거쳐 마침내는 공작기계의 가로, 세로, 수직방향의 보내기수마다 이동거리와 속도를 엄밀한 수자값으로 설정하고 그에 따라 전동기를 돌려 기계가 실지 움직인 량을 역시 수자값으로 받아들여 지령과 비교하여 수정조종하는 방식으로 부분품을 가공하는 수자조종공작기계가 나오게 되였다.

1970년대초에 콤퓨터와 거의 같은 기능을 수행하는 극소형처리소자가 나오면서 NC기술이 CNC(콤퓨터수자조종)기술로 발전하게 되였다.

CNC기술이란 한마디로 공작기계의 콤퓨터수자조종기술이다.

CNC기술이 나오면서 1㎛정도의 정밀도가 보통수준으로 되였으며 0.1㎛정도의 초정밀가공이 실현되였다. 또한 가공부분품의 형태도 원형이나 구형은 물론 임의의 복잡한 자유곡면도 마음대로 가공할수 있게 되였다.

CNC기술이 도입되면서 종전에는 실현할수 없었던 8축, 9축까지 동시조종할수 있는 공작기계, 한 설치에서 소재의 모든 가공면(보통 5면)을 다 가공해낼수 있는 가공중심반, 선삭가공중심반 등 특수공작기계들이 나오게 되였다. 그리하여 공작기계들의 가공능률은 종전에 비해 수배~수십배로 높아졌으며 기능이 낮은 기대공이 그 어떤 복잡한 형태의 부분품도 가공해낼수 있게 되였다.

첨단기술분야의 하나인 CNC화는 현재 기계공업의 기본추세로 되고있으며 더욱 넓은 분야에서 도입되고있다.

2. 수자조종선반에서의 가공

1) 수자조종선반

(1) 수자조종선반의 사명

수자조종선반은 보통선반의 작업을 수자조종장치로 자동조종하는 기대로서 여러가지 축급, 토시급, 원판급부분품들의 원통내면과 외면가공, 홈가공, 옆면가공, 경사면가공, 총형면가공, 절단작업, 중심축선상에 있는 구멍가공을 위한 드릴, 젠겔, 리마작업들과 나사치기 등 모든 작업을 다 프로그람에 의해 자동적으로 할수 있다.

수자조종선반에서는 거친, 반정결 및 정결가공을 진행하는데 정결가공에서 보통 IT7~IT9급의 치수정밀도와 Ra1.6~0.8㎛의 겉면정결도를 얻을수 있다.(그림 4-171)

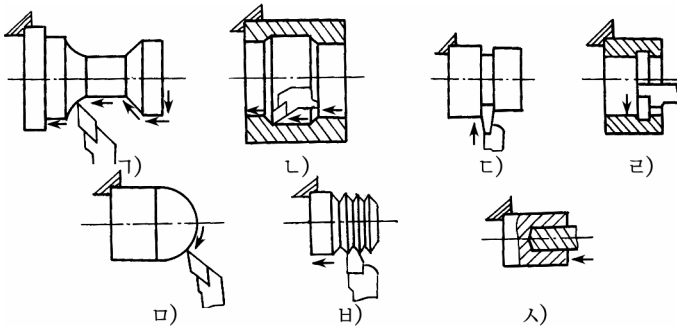



그림 4-171. 수자조종선반에서의 가공형태
ㄱ) 외면가공, ㄴ) 내면가공, ㄷ) 외면홈가공, ㄹ) 내면홈가공,
ㅁ) 구면가공, ㅂ) 나사가공, ㅅ) 드릴가공

(2) 《구성-104》호수자조종선반의 기본구성

그림 4-172에 준 략도에서 베트의 왼쪽다리 밑부분에는 주전동기와 속도함, 베트안내면에는 주축대, 왕복대, 심압대가 있다. 그리고 베트의 뒤면에는 수자조종장치와 전기장치, 배전함, 윤활장치가 있고 오른쪽 옆면에는 랭각뽐프와 정량윤활장치, 밑면에는 쇠밥운반장치를 설치하기 위한 구멍이 있다.

기대의 속도함은 주전동기로부터 V피대전동장치를 거쳐 전자석크라치에 의하여 2단변속을 하게 되여있다. 속도함안의 윤활은 독립적인 윤활뽐프로 한다. 주축대는 베트안내면에 6개의 볼트에 의하여 억세게 고정되여있으며 주축에는 유압물개를 설치하기 위한 나사가 있다.

왕복대는 Z축보내기나사에 의하여 움직이는 왕복대본체와 X축보내기나사에 의하여 움직이는 웃썰매로 이루어져있다.

타레트머리는 왕복대의 웃썰매우에 볼트로 고정되였는데 타레트머리의 회전분할은 유압원동기로, 타레트머리의 고정 및 해체는 유압실린더로 하게 되여있다. 심압대의 고정은 심압대옆면의 6각축을 돌려 실현하며 심압축은 유압실린더로 이동시킨다.

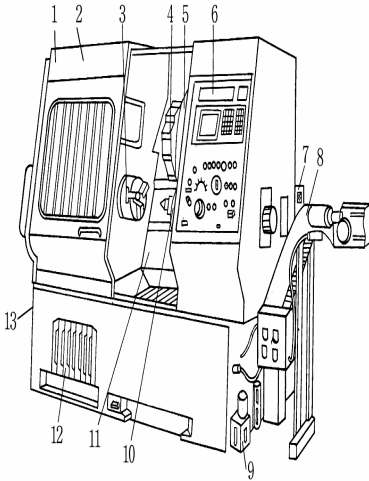



그림 4-172. 《구성-104》호수자조종선반의 겉모양

1- 전기장치, 2- 미닫이식안전덮개, 3- 물개, 4- 타레트식인물대,
5- 왕복대, 6- 주조작반, 7- 수자조종장치, 8- 쇠밥운반장치,
9- 정량윤활장치, 10-심압대, 11- 베트밑틀, 12- 속도함, 13- 유압장치

(3) 《구성-104》호수자조종선반의 운동련쇄

그림 4-173에는 기대의 운동계통도를 보여주었다.

- 주운동련쇄

주축회전운동련쇄는 주전동기→피대전동장치→2단변속함→피대전동장치→주축 등으로 이루어져있다.

운동련쇄식은 다음과 같다.

$$n_{주i} = n_{전} \cdot \frac{d_1(\phi 129)}{d_2(\phi 226)} i_{속} \frac{d_3(\phi 214)}{d_4(\phi 187)}$$

여기서 $n_{주i}$- 주축의 회전수

$n_{전}$- 주전동기 1의 회전수

d_1, d_2, d_3, d_4- 피대바퀴의 직경

$i_{속}$- 속도함의 총 전동비(그림 4-173의 전자석크라치 24와 2에 의해 두가지 전동비 60/44 및 32/71을 얻는다.)

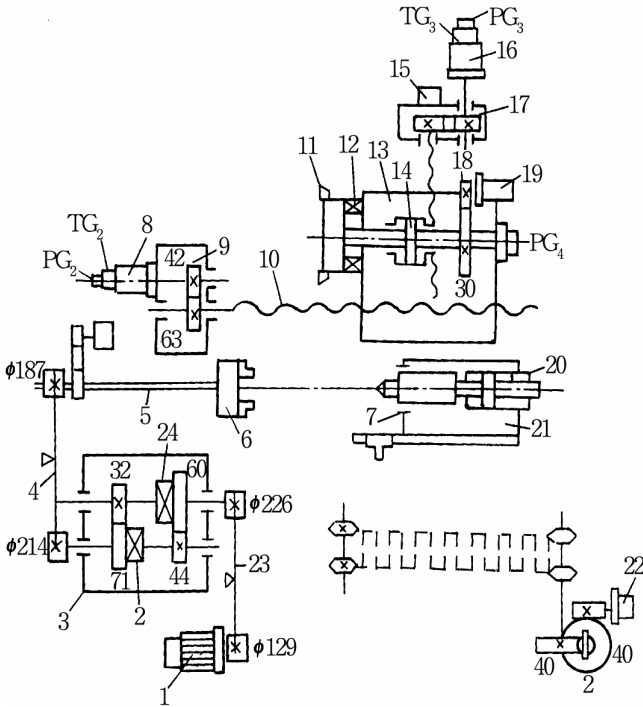



그림 4-173. 《구성-104》호수자조종선반의 운동계통도

1- 주전동기(교류 11~14kW), 2- 전자석크라치(전크$_2$ 400N·m), 3- 속도함, 4, 23- 피대전동장치, 5- 주축대, 6- 세이발물개, 7- 회전위치수감부, 8- 축보내기수행전동기, 9- 축보내기전동장치, 10- 조종축(볼나사 40×12), 11- 타레트머리, 12- 카프링, 13- 타레트식인물대의 왕복대, 14- 타레트식인물대의 축선보내기 유압실린더, 15- 제동크라치, 16- X축보내기수행전동기, 17- X축보내기전동장치, 18- X조종축(볼나사 3×26), 19- 타레트식인물대 회전용유압전동기, 20- 심압대보내기 유압실린더, 21- 심압대, 22- 전동기(0.12kW, 1 710r/min), 24- 전자석크라치(전크$_1$ 200N·m)

전동비 $i_{속}$의 변화에 따라 주축회전수는 낮은 범위 40~1 330r/min과 높은 범위 1 330~4 000r/min을 얻을수 있는데 이 범위안에서 주전동기의 속도변화에 따라 무계단변속된다.

주축의 동기조종을 위하여 주축회전수를 수감하는 회전위치수감부인

빛전기식회전엔코더 7이 설치되여있다. 주축회전수는 40~4 000r/min범위에 있다.

- 보내기운동련쇄

타레트식인물대가 설치된 왕복대를 Z축 혹은 X축방향으로 보내기 위한 운동련쇄이다.

○ 가로보내기(X조종축방향)운동련쇄

타레트식인물대의 X축방향 즉 직경치수를 얻는 방향의 보내기를 실현하는 운동련쇄로서 보내기수행전동기 16→이발피대전동장치→볼나사전동장치로 이루어졌다. 운동련쇄식은 다음과 같다.

$$S_{Xi} = n_{전X}\frac{Z_1}{Z_2}$$

여기서 S_{Xi}- 가로방향보내기량

$n_{전X}$- 가로방향보내기구동용사보전동기(직류고모멘트전동기)의 회전수

Z_1, Z_2- 이발피대바퀴의 이발수(Z_1=20, Z_2=30)

운동련쇄식에서 S_{Xi}는 $n_{전X}$에 비례하면서 1~6 000㎜/min범위안에서 무계단자동조절된다. 따라서 빠른 보내기속도는 6 000㎜/min이다.

정확한 위치정밀도를 얻기 위하여 보내기축에는 제동크라치 15가 설치되여있다.

고모멘트전동기축에는 속도발전기와 빛전기식회전엔코더가 설치되여있다.

○ 세로보내기(Z조종축방향)운동련쇄

타레트식인물대의 Z축방향 즉 길이치수를 얻는 방향의 보내기를 실현하는 운동련쇄로서 보내기수행전동기 8→치차전동장치→볼나사전동장치로 이루어졌다. 운동련쇄식은 다음과 같다.

$$S_{Zi} = n_{전z}\frac{Z_3}{Z_4}$$

여기서 S_{Zi} - 세로방향보내기량

$n_{전Z}$ - 세로방향보내기구동용사보전동기(직류고모멘트전동기)의 회전수

Z_3, Z_4 - 치차이발수(Z_3=42, Z_4=6)

- 타레트머리의 분할운동련쇄

이것은 타레트머리 11을 12위치로 분할회전시키는 운동련쇄로서 유압원동기 19→ 원통치차전동→ 타레트머리로 이루어져있다.

타레트머리의 분할위치는 다음과 같이 결정한다.

신호에 따라 유압실린더 14가 동작하면 피스톤이 앞으로 왼쪽으로 나가며 그와 련결된 타레트머리 11이 나가면서 맞물려있던 카비로카프링 12를 떼놓는다. 다음에 유압원동기 19가 동작하면서 전동장치를 통해 타레트머리를 돌려준다. 인물대가 자기 위치로 돌아가면 원동기가 멎고 유압피스톤이 오른쪽으로 후진하면서 타레트머리의 카비로카프링을 맞물려놓으므로 타레트머리는 정해진 위치에서 멎는다. 타레트머리는 분할축에 설치된 엔코더의 위치수감신호와 조종장치에 의해 자유선택식방법으로 조종한다.

- 심압대운동련쇄

심압축의 축선이동은 유압실린더 20으로 한다. 그리고 베트우에서 심압대의 이동은 수동으로 조절한다.

- 쇠밥콘베아운동련쇄

쇠밥콘베아의 운동사슬은 개별전동기 22에 의해 구동된다.

운동련쇄는 다음과 같이 이루어져있다.

전동기→웜쌍 2/40→웜쌍 2/40→주동사슬바퀴→운반사슬

이때 사슬의 보내기운동련쇄식은 다음과 같다.

$$S_{사} = n\frac{2}{40}\frac{2}{40}\pi m Z_{사}$$

여기서 $Z_{사}$- 사슬바퀴의 이발수

m- 사슬바퀴의 모듈

n- 전동기의 회전수

쇠밥운반콘베아는 수동으로 또는 프로그람에 따라 주기적으로 동작한다.

2) 수자조종선반에서의 가공

수자조종선반에서는 NC지령에 따라 가공이 진행되므로 NC지령을 작성하여 건반으로 입력해주어 동작시키거나 테프에 NC지령을 기입하여 테프운전방식으로 기대를 동작시킬수 있으며 콤퓨터로 작성된 NC지령을 수자조종선반에 전송하여 기억운전방식으로도 기대를 동작시킬수 있다.

NC지령은 영어문자로 작성하는데 그 의미는 다음과 같다.(표4-1)

수자조종지령형식에서 영어문자의 의미 표 4-1

문 자	의 미	문 자	의 미
A	X축주위의 회전각	I, J, K	륜곽조종용
B	Y축주위의 회전각	L	임의로 사용
C	Z축주위의 회전각	M	보조기능
D	기타의 각도 또는 제3의 보내기속도기능	N	조작순서번호
		O	쓰지 않음
E	기타의 각도 또는 제2의 보내기속도기능	X(또는 U, P)	X축지정
		Y(또는 V, Q)	Y축지정
F	보내기속도기능	Z(또는 W, R)	Z축지정
G	준비기능	S	주축속도기능
H	임의로 사용	T	공구지정기능

(1) 수자조종선반의 자리표계

수자조종기대의 자리표계는 대체로 오른손직각자리표계로 정한다.(그림 4-174)

오른손직각자리표계에서 *Z*축은 주축에 평행되게 정하며 +방향은 가공품으로부터 공구가 멀어지는 방향으로 정한다. 여기서 직선운동은 X, Y, Z기호로, 회전운동은 A, B, C 또는 *a*, *b*, *c*로 표시한다. 회전방향은 오른방향을 〈+〉로 정한다.

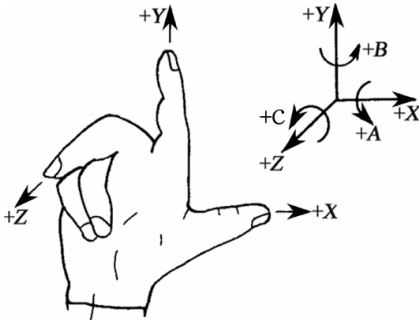



그림 4-174. 오른손직각자리표계

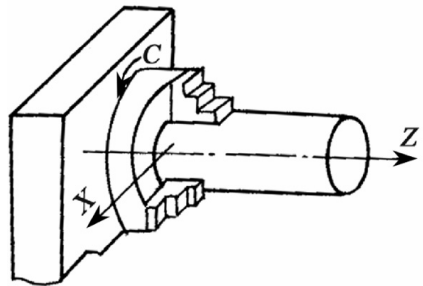



그림 4-175. 수자조종선반의 자리표계

선반에서는 두개의 자리표에 따라 바이트가 이동하므로 두 자리표만이 필요하다.(그림 4-175)

중심에서 공구가 가공품으로부터 반경방향으로 멀어지는쪽을 +*X*로, 중심에서 공구가 가공품으로부터 축선방향으로 멀어지는쪽을 +*Z*로 정한다.

(2) 수자조종지령작성

- **자리표값지정방법**

자리표값은 소수점입력, 정수입력, 혼합입력형식으로 지정한다.

실례로 소수점입력 G00×80.Z2

정수입력 G00×80000Z2000

혼합입력 G00×80.Z2000

- **준비기능**(G)

아래에는 준비기능일람표를 주었다.(표 4-2)

준비기능일람표 표 4-2

G부호	내 용
G00	위치결정 빠른 보내기
G01	직선보간 절삭보내기
G02	활등보간(시계바늘회전방향)
G03	활등보간(시계바늘반대방향)
G04	일시정지 및 공구자리표계설정
G20	인치자료넣기
G21	메터자료넣기
G27	원점복귀검사
G28	자동원점복귀
G29	원점으로부터 지령점까지의 위치결정
G32	나사절삭
G40	공구날반경값의 보정지우기
G41	공구날반경값의 왼쪽 보정
G42	공구날반경값의 오른쪽 보정
G50	가공품자리표설정 및 주축최대한계회전속도설정
G96	절삭속도지정, m/min
G97	절삭속도지정, r/min
G98	분당보내기, ㎜/min, in/min
G99	회전당보내기, ㎜/r, in/r

● 자리표계설정지령

자리표계설정에는 가공품자리표계설정과 공구자리표계설정지령이 있다. 가공품자리표계설정지령형식은 다음과 같다.(그림 4-176)

G50X(α)Z(β)

가공품자리표계의 원점은 물개끝면이다. 그림에서 보는바와 같이 가공품자리표계의 원점으로부터 공구의 α와 β값을 지정해주면 공구는 이 자리를 차지한다.

그림 4-176. 가공품자리표계의 설정략도

공구자리표계설정지령형식은 다음과 같다.

G04T0100

이 지령에 의하여 공구마다 정확한 자리표계를 설정할수 있기때문에 공구배치가 편리하다.

가공품자리표계에서는 타레트머리에 설치되여있는 공구의 끝위치들을 동일하게 해주어야 하지만 공구자리표계에서는 공구마다 자리표계를 설정해주므로 공구의 끝위치들을 맞추지 않아도 된다.

공구자리표계는 기대공이 가공품의 임의의 위치에 설정할수 있다.

- 주축최대한계회전수설정지령

G50S_주축의 최대회전수지정

- 위치결정 혹은 빠른 보내기기능(G00)

두 축에 따라 빠른 보내기로 위치결정을 하기 위한것이다.

G00X(U)_Z(W)

여기서 X와 Z는 지적한 절대자리표계의 원점에 관하여 주거나 상대방식 즉 U, W값으로 지적해줄수도 있다.

상대방식은 주어진 점으로부터 다음점으로 이동할 때 주어진 그 점을 0점으로 보고 부호를 고려하여 값을 준다.

- 직선절삭기능(G01)

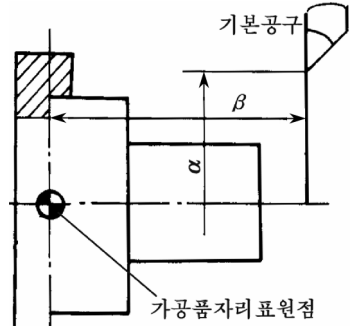
직선절삭은 목표점 X, Z를 지령하는 형식으로 한다. 즉

G01X(U)_Z(W)

- 활등절삭(G02, G03)

활등절삭에는 활등의 끝점과 활등중심까지의 증분값(I, K)지정에 의한 절삭과 활등의 반경값지정에 의한 절삭이 있다. 이때 방향설정은 Y축을 마주하여 섰을 때 절삭방향이 시계바늘방향과 같으면 G02, 반대이면 G03을 지정한다.

증분값 I, K지정에 의한 활등절삭을 보면 다음과 같다.(그림 4-177)

G02 또는 G03X(U)_Z(W)I_K_F_

우에서 서술한 NC지령작성에서 X값은 직경값을 그대로 입력해주지만 그림 4-177에서 보는바와 같이 I값은 활등의 시작점으로부터 떨어져있는 활등중심까지의 X의 증분값으로서 반경값이다. I와 K값은 부호를 가지는데 I는 활등의 시작점으로부터 활등의 중심이 X축방향의 반대이면 〈+〉, K는 Z축방향과 반대이면 〈-〉값을 준다.

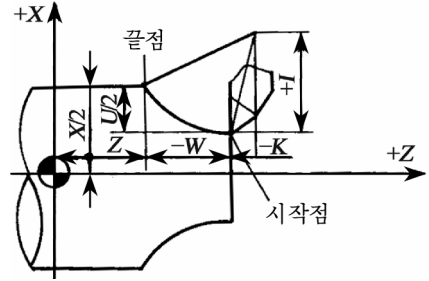



그림 4-177. I, K로 표시한 활등절삭략도

R값지정에 의한 방법을 그림 4-178에 주었다.

지령형식은 다음과 같다.

G02 또는 (G03)X(U)_Z(W)R_

- **보내기속도기능**(F)

보내기속도지령은 주소문자 F뒤에 다섯자리수자로 표시한다. 전원을 투입하면 회전당보내기 G99가 지령된것과 같다. 분당보내기로 지령하자면 G를 지정하기전에 G98을 반드시 지정하여야 한다.

G99F34… (0.34㎜/r)

G98F34… (34㎜/r)

그림 4-178. R값지정에 의한 활등절삭략도

- **주축기능**(S)

문자 S뒤에 네자리수자로 표시한다.

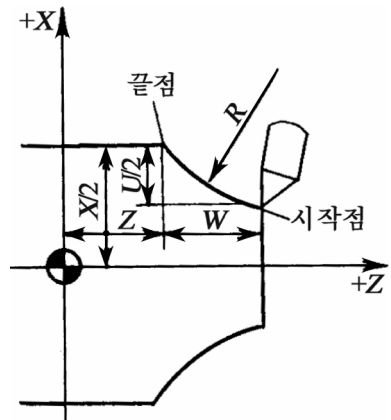
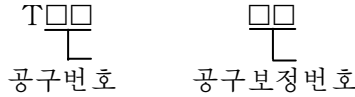
G96에 의하여 절삭속도가 지정되고 G97에 의하여 회전수가 지정된다.

G96이 설정되지 않으면 G97상태가 설정된다.

G96S123… (123m/min)

G97S123… (123r/min)

- **공구선택기능**(T)

공구선택기능은 주소문자뒤에 네자리수자로 표시하는데 처음 두자리수자는 타레트머리의 공구설치면의 위치를 지정하고 다음의 두자리수자는 공구보정번호를 표시한다.

공구보정번호의 자리가 00이면 공구위치보정 지우기를 표시한다.

- **보조기능**

보조기능을 표 4-3에 주었다.

보조기능 표 4-3

M부호	의 미	내 용
M00	프로그람정지	자동운전중 M00이 지령되면 블로크내의 다른 지령들을 실행한 후 자동운전이 멎는다. 재기동은 주기시작단추를 눌러서 한다.
M02	프로그람완료	프로그람의 마지막블로크에 지령하여 프로그람을 완료시킨다. 자동운전중에 M02가 지령되면 블로크안의 다른 지령을 실행한 후 수자조종장치는 재설정상태로 되여 자동운전이 완료되고 멎는다.
M03	주축정회전	주축을 정회전시킨다.
M04	주축역회전	주축을 역회전시킨다.
M05	주축정지	주축정지지령이다.

실례로 그림 4-179에 준 가공품의 원통면가공 NC프로그람을 작성하자.

주어진 조건은 절삭속도 150m/min, 보내기속도 0.3㎜/r, 공구번호 03, 공구보정번호 03이다.

공구보정량은 공구날의 끌이동량을보정번호로 지적해준다.

즉 공구의 날끌에서 생기는 위치오차를 보정량으로 기대에 번호로 기억시키고 공구번호를 지적해주면 자리표값에 보정량이 대수적으로 가산된다.

절대자리표방식으로 NC가공프로그람을 작성하면 다음과 같다.

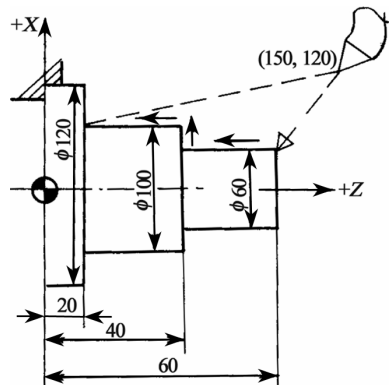



그림 4-179. 축의 원통면가공

```
N01 G50X150000Z120000
     T0300
N02 G50S1500
N03 G96S180M03
N04 G00X60000Z102000T0303
N05 G01Z60000F30
N06 X100000
N07 Z20000
N08 X105000Z25000
N09 G00X150000Z120000T0300
N10 M05
N11 M02
```

실례에서 보는바와 같이 공구를 선택할 때 N01에서는 보정번호를 지적하지 말고 N04에서 보정번호를 지적해주어야 한다. 보정번호를 지정하면 보정동작이 진행되기때문에 반드시 00외에 다른 번호를 지정하지 말아야 한다.

N09에서는 공구보정량을 T0300으로 취소하였다.

3. 수자조종종합가공반에서의 가공

1) 수자조종종합가공반

수자조종종합가공반이란 선삭가공, 후라이스가공, 내면선삭, 구멍가공, 나사치기 등 여러 기대들에서 가공하여야 할 가공품을 한대의 기대에서 종합적으로 가공할수 있게 만든 수자조종공작기계를 말한다. 그러므로 수자조종종합가공반을 일명 다조작기대라고도 한다.

수자조종종합가공반에는 50~60개의 공구를 설치한것과 지어는 140개의 공구를 설치한것도 있다.

수자조종종합가공반을 사용할 때 총 작업시간의 80~90%가 기계가공시간이다. 따라서 생산능률은 일반가공기계에 비하여 4~10배 높다. 이것은 보조작업인 소재의 공급, 설치, 해체, 공구의 준비와 교환 등이 완전히 자동화된것과 관련된다.

수자조종종합가공반은 일반수자조종공작기계보다 공구자동교환체계가 더 장비된것이 특징이다.

그림 4-180에는 몇가지 류형의 수자조종종합가공반을 주었다.

공구자동교환체계는 공구쌈과 기계손 그리고 공구선택기구로 되였으며 공구교환지령은 프로그람에 포함되여 수자조종장치를 통하여 진행된다.

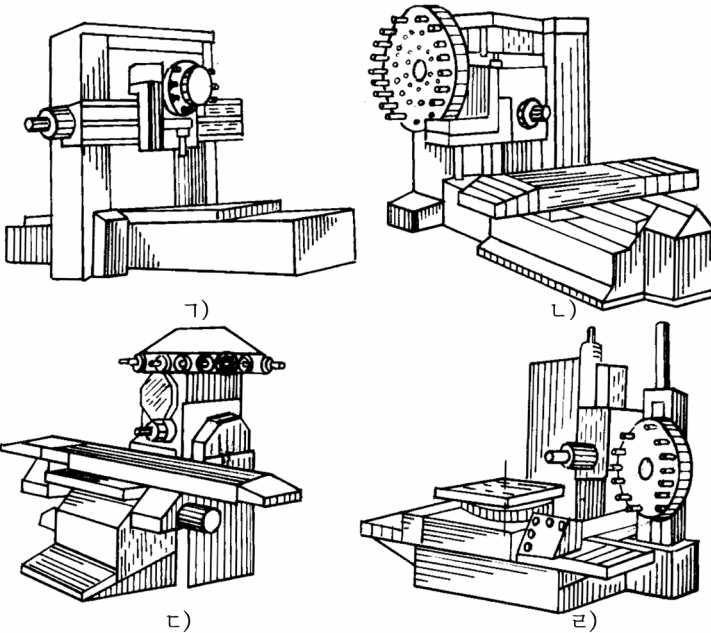
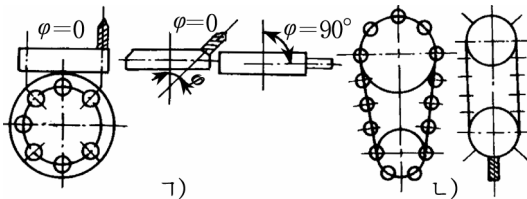



그림 4-180. 수자조종종합가공반
ㄱ) 왕복대에 공구쌈이 있는것,
ㄴ) 기둥에 공구와 공구쌈이 있는것, ㄷ) 주축함에 공구쌈이 있는것,
ㄹ) 기대밖의 독립적인 기둥에 공구쌈이 있는것

그림 4-181에는 많이 리용되는 공구쌈의 형태를 주었다.

그림의 ㄱ)는 원판형공구쌈인데 이 공구쌈의 회전축과 끼워진 공구의 축선이 이루는 각 φ를 서로 다르게 주었다.

그림의 ㄴ)는 사슬형공구쌈인데 공구를 많이 저장할 때 리용한다.

그림 4-181. 공구쌈의 형태

공구쌈은 주축함에 설치하거나 독립적으로 설치할수 있다.

공구쌈에 저장된 공구와 주축에 있는 공구의 교환은 기계손에 의하여 수행된다. 거의 모든 기계손은 량팔기계손이다.

그림 4-182에는 기계손의 배치 및 작업략도를 주었다.

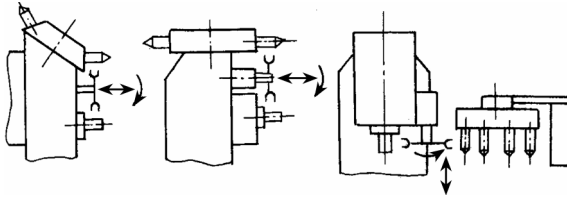



그림 4-182. 기계손의 배치 및 작업략도

기계손은 공구쌈과 주축사이에 있으면서 공구쌈에서 주축에로 또한 주축으로부터 공구쌈에로 공구를 바꾸어 끼운다.

2) 수자조종종합가공반에서의 NC지령작성

수자조종종합가공반에서의 G기능은 표 4-4와 같다.

수자조종종합가공반에서 G기능일람표 표 4-4

G부호	내 용
G00	위치결정 빠른 보내기
G01	직선보간 작업보내기
G02	활등보간 시계바늘의 회전방향
G03	활등보간 시계바늘의 회전방향과 반대
G04	일시정지
G17	XY평면선택
G18	ZX평면선택
G19	YZ평면선택
G27	기준점에로의 복귀검열
G28	기준점에로의 복귀
G40	반경방향공구보정취소
G41	왼쪽에서 반경에 대한 공구보정
G42	오른쪽에서 반경에 대한 공구보정
G43	공구길이 방향보정 증가
G44	공구길이 방향보정 감소
G45	증가방향으로 공구보정
G46	감소방향으로 공구보정
G47	공구보정량 2배증가
G48	공구보정량 2배감소

G49	공구길이의 보정취소
G54 ~ G59	소재의 설치자리표선택
G90	절대자리표체계
G91	증분자리표체계
G94	분당보내기
G95	회전당보내기
G96	일정한 절삭속도유지
G97	G96기능취소

수자조종종합가공반에서 보조기능 M은 표 4-5와 같다.

보조기능 M 표 4-5

M부호	내 용
M00	프로그람실행정지
M01	프로그람선택정지
M02	프로그람끝
M03	주축정회전
M04	주축역회전
M05	주축정지

(1) 위치결정(G00)

위치결정에서는 빠른 보내기로 동시에 최대로 두 축을 조종할수 있다.

지령형식은 다음과 같다.

G00 X_Y_Z_

두 축에 의하여 빠른 보내기로 위치를 결정할 때에는 처음에 두 축이 동시에 움직이다가 두 축방향의 증분들중 작은 증분에 대한 축의 이동이 먼저 끝나고 다른 한 축만 자기증분량만큼 한 축으로 이동한다.

실례로 G00X25.0Y10.0

위치결정략도를 그림 4-183에 보여주었다.

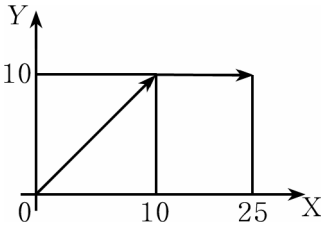
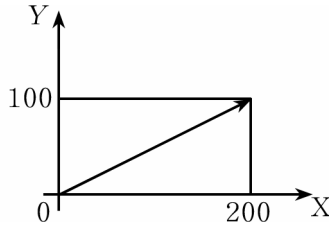



그림 4-183. 위치결정(G00) 그림 4-184. 직선보간(G01)

(2) 직선보간(G01)

지령형식은 다음과 같다.

G01 X_Y_F_

실례로 G01X200.0Y100.0F2000.0

보내기기능 F의 자료범위는 1~15 000㎜/min이다.

그림 4-184에는 직선보간의 실례를 보여주었다.

(3) 활등보간(G02,G03)

활등보간의 형식은 다음과 같다.

XY평면에서 지령형식은 다음과 같다.(그림 4-185의 ㄱ)

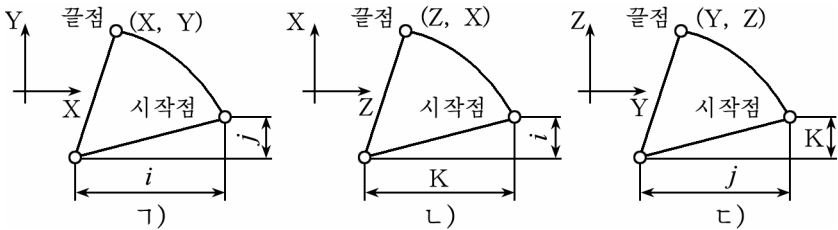



그림 4-185. 활등보간(G01)

$$G17\begin{Bmatrix}G02\\G03\end{Bmatrix}X_Y_\begin{Bmatrix}R_\\I_J_\end{Bmatrix}F$$

ZX평면에서 지령형식은 다음과 같다.(그림 4-181의 ㄴ)

$$G18\begin{Bmatrix}G02\\G03\end{Bmatrix}X_Z_\begin{Bmatrix}R_\\I_K_\end{Bmatrix}F$$

YZ평면에서 지령형식은 다음과 같다.(그림 4-181의 ㄷ)

$$G19\begin{Bmatrix}G02\\G03\end{Bmatrix}Y_Z_\begin{Bmatrix}R_\\J_K_\end{Bmatrix}F$$

그림 4-186에 보여준 활등을 가공하기 위한 프로그람을 작성하면 다음과 같다.

— **절대자리표에서(G90)**

G92 X200.0Y40.0Z0

G90 G03X140.0Y100.0I60.0F300

G02 X120.0Y60.0I50.0

혹은

G92 X200.0Y40.0Z0

G90 G3X140.0Y100.0R60.0F300

G02 X120.0Y60.0R50.0

— **증분자리표에서(G91)**

G91 G03X60.0Y60.0I60.0F300

G02 X20.0Y40.0I50.0

혹은

G91 G03X60.0Y60.0R60.0F300

G02 X20.0Y40.0R50.0

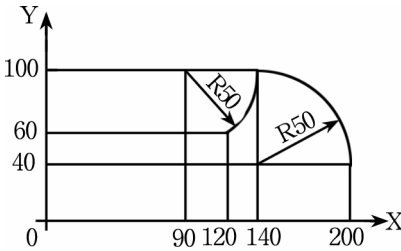



그림 4-186. 활등보간의 실례

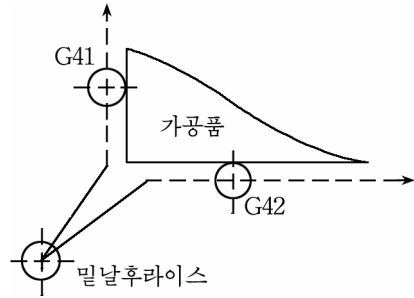



그림 4-187. 공구의 반경보정

(4) 공구보정기능

— **공구의 길이보정**

실제공구의 길이가 프로그람값과 차이날 때 보정한다.

G90 G18 G00 G43 H01 X-Y-

여기서 G43-〈+〉방향으로 공구보정

G44-〈-〉방향으로 공구보정

H- 공구길이 보정번호

G49 또는 H00이 지정되면 보정지령은 취소된다.

— **공구의 반경보정**(그림 4-187)

G90 G17 G00 G41 D07 X-Y-

여기서 G40- 공구의 반경보정취소

G41- 왼쪽 보정

G42- 오른쪽 보정

D07- 밀날후라이스의 직경보정

반경에 대한 공구보정의 실례를 그림 4-188에 주었다.

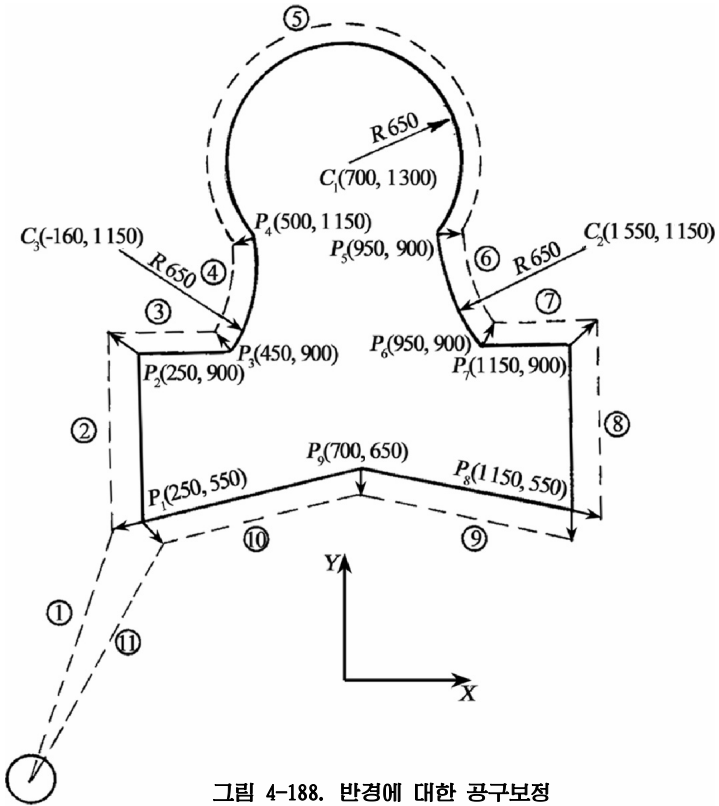



그림 4-188. 반경에 대한 공구보정

이에 대한 프로그람을 작성하면 다음과 같다.

```
N1 G92X0Y0Z0
N2 G90G17G00G41D07X250.0Y550.0
N3 G01Y900.0F150
N4 X450.0
N5 G03X500.0Y1150.0I600.0I250.0
N6 G02X900.0I200.0I150.0
N7 G03G950.0Y900.0I650.0I0
N8 G01X1150.0
N9 Y550.0
N10 X700.0Y650.0
N11 X250.0Y550.0
N12 G00G40X0Y0
```

D07에 해당한 공구의 보정량은 방식절환기 수동정보입구에 의하여 미리 설정하여준다. N2에서 G41지령에 의하여 보정상태로 넘어간다.

끝점 P_1에서 P_2방향에 수직으로 공구반경에 대한 보정이 진행된다. 이때 공구의 반경은 부호 D07에 의하여 규정된다. 즉 보정기억기에 D07에 해당한 보정량을 미리 설정하여야 한다. 부호 G41이 프로그람에 지정되여있으므로 공구의 이동방향에 대하여 왼쪽으로 공구보정이 진행된다.

같은 방법으로 소재의 테두리 $P_1 \rightarrow P_2 \rightarrow \cdots \rightarrow P_a \rightarrow P_1$에 따라 공구보정이 진행되면서 가공을 진행한다.

출발점으로 돌아갈 때 N12에 G40지령이 지정되면 공구의 보정상태는 취소되고 공구는 출발점으로 돌아간다.

4. 유연생산체계에서의 가공

1) 유연생산체계의 구성

유연생산체계는 수자조종공작기계를 중심으로 하여 자동창고와 자동운반체계가 결합되여있으며 이것들을 종합적으로 조종하는 콤퓨터가 갖추어진 생산체계를 말한다. (그림 4-189)

유연성이란 가공품의 품종과 수량을 비롯한 여러가지 생산정황의 부단한 변동에 대한 체계의 적응능력을 말한다.

실례로 어떤 가공체계에서 각형부분품을 가공하다가 원판형부분품이 공급되면 기대를 재조절하여 원판형부분품을 가공할수 있도록 생산체계를 빨리 바꿀수 있다면 유연성을 가진다고 말할수 있다.

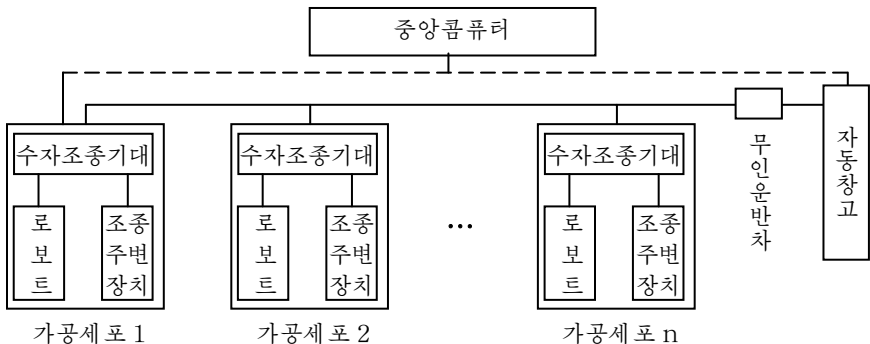



그림 4-189. 유연생산체계의 구성

한편 같은 품종에 속하는 부분품 즉 형태는 비슷하지만 치수가 서로 다른 부분품생산을 어떤 경우에도 실현할수 있다면 이 기능을 **다양성**이라고 한다.

일반적으로 유연생산체계에서 유연성과 다양성은 모두 정도의 차이는 있지만 기대를 재조절하는데서는 같은 의미를 가지므로 다양성을 유연성의 범주에 넣고 하나의 개념으로 취급하게 되였다.

유연생산체계가 생겨난 초시기에는 자동화수준이 낮았기때문에 다품종소량생산(품종은 많고 매 품종의 생산개수는 작은것)을 보장하는 체계는 몇개밖에 되지 않았다.

그러나 최근 유연생산체계의 요소기술 특히 32bit콤퓨터수자조종장치, 지능로보트, 무인운반차의 기술, 수자조종기대들의 복합화가 비약적으로 발전함으로써 유연생산체계는 무인공장으로 발전하게 되였다.

유연생산체계는 자동선과는 달리 가공품의 품종이 바뀌는 경우에도 생산을 보장하는 자동화된 생산체계이다.

유연생산체계는 다품종소량생산에서 그의 효과성이 높다.

유연생산체계는 품종수가 4~100개, 묶음수가 5~100개정도인 다품종소량생산을 위한 생산체계로부터 출발하였다.

일반적으로 유연생산체계는 다음과 같은 구성요소들로 이루어진다.

① 수자조종공작기계와 조립기계

수자조종공작기계는 유연생산체계의 기본생산수단이다.

② 소재의 자동공급 및 반출, 설치 및 해체장치

여기에는 콤퓨터수자조종로보트 및 설치판(평판), 동행지구(또는 파레트라고 한다), 자동교환장치가 있어야 한다.

③ 자동감시장치

유연생산체계에서 실현되는 물동흐름, 기대의 작업과 동작상태에 이르기까지의 모든 과정들이 콤퓨터의 지령과 프로그람에 따라 정확히 진행되는가를 감시하며 자체추측으로 사고를 미리막기 위한 장치이다.

④ 자동창고 혹은 자동저장기

유연생산체계에서 소재, 반제품과 완제품을 일시적으로 보관하기 위한 완충장치로서 그것을 넣었다꺼냈다 할수 있는 작업을 자동적으로 보장하기 위한 이적기와 선별기가 자동창고의 기본구성부분을 이루고있다. 여기서 소재와 반제품 그리고 완제품 등이 자동창고의 당반에 보관된다.

⑤ 자동운반장치

유연생산체계의 자동운반장치로 처음에는 콘베아와 궤도식운반차 같은것을 쓰다가 기계의 자동화수준이 높아져 물동흐름량이 많아지고 유연성에 대한 요구가 높아짐에 따라 지금에 와서는 거의 다 무인운반차를 쓰는것이 기본으로 되고있다.

체계의 규모가 작은 유연생산체계에서는 우에서 설명한 자동창고와 자동운반차를 통털어 자동운반-창고체계로 고찰하기도 한다.

⑥ 공구자동관리(공구자동보장)장치

유연생산체계에서 공구관리의 자동화는 매우 복잡한 문제의 하나이다.

그것은 한개의 유연생산체계에서 쓰는 공구수가 1 000개이상 지어 3 000개에 달하는것들도 있기때문이다.

공구들은 작업에 참가하기 전에 일일이 치수검정을 받아야 하며 주어진 시간동안에 필요한 장소의 주축과 인물대에 설치되여야 한다.

이로부터 집적회로(IC)에 공구의 치수, 수명 등과 같은 자료를 기록하고 줄코드의 내용을 식별하는 방법으로 공구를 관리한다.

⑦ 쇠밥자동처리장치

유연생산체계에서 쇠밥처리문제는 매우 힘든 과제의 하나이다.

그것은 절삭과정에 생기는 쇠밥들의 형태가 각이하여 그 처리가 힘들기때문이다.

실례로 기계공장들에서 많이 보게 되는 선반들에서 생기는 쇠밥은 오불꼬불한 띠형쇠밥이 마구 엉키여있는데 이것은 삽으로도 퍼내기가 매우 어렵다.

유연생산체계에서 수자조종선반은 기대공이 없이 자체로 동작하는데 작업에서 생긴 이러한 쇠밥을 기대자체가 처리해야 한다.

형성된 쇠밥을 어떤 방법으로 쉽게 처리하겠는가 그리고 또 어떻게 쇠밥을 기대와 유연생산체계밖으로 내보내겠는가 등의 문제들을 완성하여야 한다.

⑧ 체계조종용콤퓨터

우에서 언급한 모든 설비들을 조종관리하는 조종용콤퓨터들이 있고 이 콤퓨터들을 모두 종속시키는 종합조종용콤퓨터가 있으며 이 종합조종용콤퓨터는 직장, 공장 등을 관리하는 관리용콤퓨터에 복종된다.

⑨ 운영프로그람

유연생산체계의 효과성은 체계조종용콤퓨터의 운영프로그람에 달려있다. 따라서 운영프로그람도 중요한 구성요소로 되고있다.

이상에서 본 구성요소들이 있어야 유연생산체계를 이룰수 있다.

2) 유연생산체계의 분류와 우점

(1) 유연생산체계의 분류

- 운반장치에 따르는 분류

유연생산체계를 운반장치에 따라 분류하면 그림 4-190과 같다.

최근 자동선이 한개의 제품이 아니라 여러 품종 또는 여러개의 부분품을 가공하는 유연자동선으로 발전하고 그것이 유연생산체계에 편성됨으로써 운반장치에 의한 분류는 콘베아로 구성되는 유연자동선, 운반대차로 구성되는 유연생산체계로 분류하기도 한다.

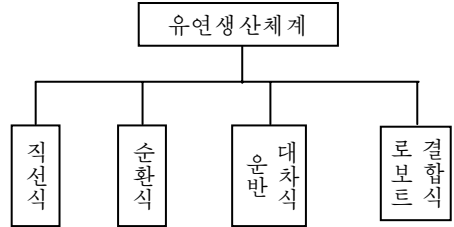



그림 4-190. 운반장치에 따르는 유연생산체계의 분류

운반장치에 따르는 유연생산체계의 종류를 그림 4-191에 주었다.

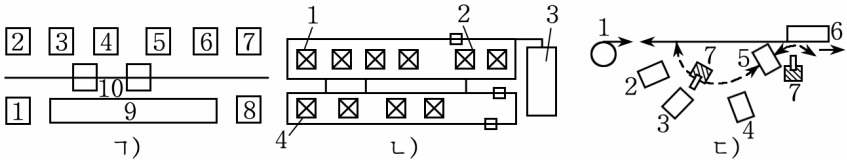



그림 4-191. 운반장치에 따르는 유연생산체계의 종류

ㄱ) 직선식: 1~8- 수자조종종합가공반, 9- 준비대, 10- 라크치차식운반대차,
ㄴ) 순환식: 1- 수자조종종합가공반(4대), 2- 수자조종후라이스반(2대),
3- 준비대, 4- 다축볼반(4대),
ㄷ) 로보트결합식: 1- 저장장소, 2- 후라이스반, 3- 수자조종선반,
4- 수자조종종합가공반, 5- 세척용총, 6- 세척기

- 가공기대에 따르는 분류

유연생산체계는 그를 구성하는 공작기계의 종류에 따라 다음과 같이 나눈다.

- 수자조종종합가공반으로 구성된 유연생산체계
- 수자조종선반으로 구성된 유연생산체계
- 수자조종연마반으로 구성된 유연생산체계
- 유연생산세포로 구성된 유연생산체계
- 혼합형유연생산체계

- 가공품의 형태에 따르는 분류

가공품의 형태에 따라서도 다음과 같이 나눈다.

- 함형(동체가 기본)부분품가공유연생산체계

- 둥근형(축, 원통, 원판)부분품가공유연생산체계
- 치차부분품가공유연생산체계

- 가공품의 유연성에 따르는 분류

가공품의 품종수, 가공수량에 따라 다음과 같이 나눈다.

- 다품종소량생산유연생산체계
- 중간품종소량생산유연생산체계
- 중간품종중규모생산유연생산체계
- 소품종다량생산유연생산체계

- 제작공정에 따르는 분류

- 단조유연생산체계(랭간, 열간 및 늘이기단조공정)
- 프레스유연생산체계
- 기계가공유연생산체계
- 도장유연생산체계
- 조립유연생산체계

(2) 유연생산체계의 우점

유연생산체계의 우점은 다음과 같다.

- 기업소의 생산면적을 줄일수 있고 설비리용률을 훨씬 높이며 부대설비값을 줄일수 있으며 미완성품을 적어도 절반으로 줄일수 있다.
- 생산주기가 짧아지고 제품의 정밀도를 안정하게 보장할수 있다.
- 기술공정설비를 규격화할수 있고 설비의 수명을 늘일수 있으며 콤퓨터지원설계 및 콤퓨터지원공정작성기술을 받아들일수 있다.

3) 유연생산세포

유연생산세포(로보트기술복합체, 유연생산모쥴)는 유연생산체계의 최소구성단위이다.

로보트기술복합체는 제작설비, 공업로보트 그리고 복합기구를 실현할수 있는 장비 즉 저장기, 공구쌈으로 이루어진다.

유연생산세포(유연생산모쥴)는 유연생산체계를 편성할 가능성을 가진다.

유연생산세포는 유연생산체계에 편성되여 그의 최소구성단위이기는 하지만 일반적으로는 그 구성이 같다.

여기에는 수자조종공작기계, 공업로보트와 이밖에 무인화를 실현할 수 있는 공구자동교환장치, 물개자동교환장치, 가공품자동교환장치, 설치관리자동교환장치들이 장비된다.

련습문제

1. 수자조종이란 무엇인가를 설명하여라.
2. 공작기계를 수자조종화하면 무엇이 좋은가를 설명하여라.
3. 수자조종공작기계의 수준을 무엇으로 평가하는가를 설명하여라.
4. 3단식 걸음전동기의 원리에 대하여 설명하여라.
5. 수자조종기대에서 자리표계를 어떻게 규정하는가?
6. 유연생산체계란 무엇인가?
7. 유연생산체계는 어떤것들로 구성되여있는가?

제10절. 정밀완성가공

정밀완성가공방법은 기계부분품가공에서 매우 높은 정밀도와 정결도를 보장하는 완성가공일뿐아니라 가공겉면에 제기되는 내마모성이나 내식성과 같은 질적요구를 보장해주는 가공방법이다.

정밀완성가공방법에는 호닝가공과 초완성가공, 분마 및 광마가 있다.

1. 호닝가공과 초완성가공

1) 호닝가공

호닝가공은 호닝머리에 설치된 연마숫돌이 직선왕복 및 회전운동하면서 가공품의 외면(내면)을 연마하는 가공방법이다.(그림 4-192)

호닝가공에는 원통내면가공, 원통외면가공, 평면가공 등이 있는데 가장 많이 쓰이는것은 원통내면(구멍)의 호닝가공이다.

그림 4-192. 호닝가공

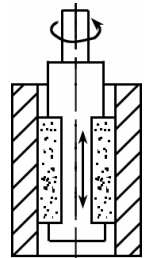
호닝가공기대에는 구멍의 직경 2.5~1 000mm, 길이 25m까지 가공하는 기대도 있다.

호닝가공반은 수직형과 수평형으로 구분한다.

수직형호닝가공반으로는 구멍길이가 2m이하인 부분품을 가공하는데 한축형과 여러축형으로 나눈다.

기대의 기본구성은 그림 4-193과 같다.

주축의 회전은 전동기에 의하여 진행되며 아래우왕복운동은 유압에 의하여 무계단변속된다. 가공품은 테블우에 설치고정된다. 호닝머리는 주축에 만능카프링으로 이어져있기때문에 가공구멍과의 중심잡이를 쉽게 할수 있다.

수평형호닝가공반은 2m이상 되는 관, 긴 포신 등 길은 구멍을 가공하는데 리용된다.

이 기대에서는 가공품이 돌고 호닝머리가 왕복운동한다.

만일 가공품이 돌지 않는다면 구멍은 타원으로 가공될수 있다.

호닝머리는 숫돌을 고정하고 그것을 가공면에 눌러대여 회전과 왕복운동으로 가공하는 공구이다. 호닝머리는 주름부분, 만능련결부분, 숫돌고정부분, 숫돌벌림기구 등으로 이루어졌다.

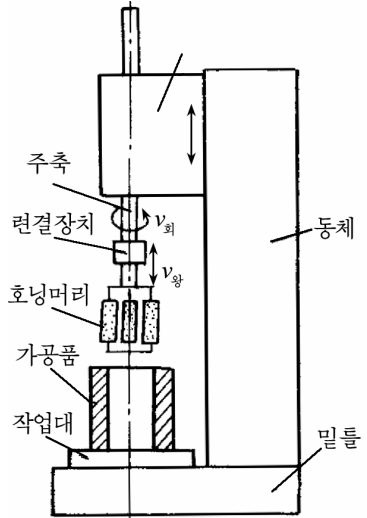
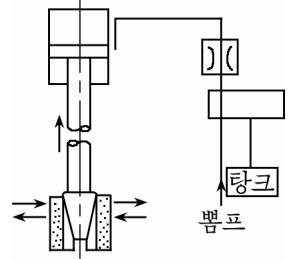
그림 4-193. 수직형호닝가공반

숫돌벌림기구에는 기계식, 유압식, 공기식 등이 있다. 그림 4-194에 보여준것은 유압식벌림기구이다.

호닝가공에서 얻어지는 치수정밀도는 IT4~IT5급, 형태정밀도는 IT1~IT4급, 겉면정결도 Ra0.1~0.025㎛이다.

호닝가공에서는 가공품의 재료에 따라 숫돌과 윤활랭각액의 특성, 호닝머리의 운동특성, 가공압력 등을 적합하게 선정하는것이 중요하다.

그림 4-194. 유압벌림방식

호닝가공은 자동차, 뜨락또르, 내연기관차 등의 기통과 련결대의 구멍가공, 기타 공기 및 유압기구의 실린더의 가공 등 마찰이 있는 부분품의 구멍가공에 널리 쓰인다.

2) 초완성가공

초완성가공은 회전운동하는 가공품에 연마숫돌을 작은 압력으로 누르고 연마숫돌 또는 가공품을 진동시키면서 겉면을 연마가공하는 완성가공방법이다.(그림 4-195)

숫돌은 우선 앞선 가공면의 거칠음을 없애고 그 겉면을 매끈하게 만들며 거기에서 나오는 쇠밥에 의하여 연마립자의 절삭날에 서서히 눈이 메는 현상이 생겨 거울면에 가까운 매끈한 면을 만든다. 눈이 멘 숫돌은 다음의 가공품을 가공할 때 그 겉면의 거칠음에 의하여 다시금 날이 되살아나 우의 과정을 반복하게 된다. 그리하여 초완성가공은 두 공정으로 진행된다.

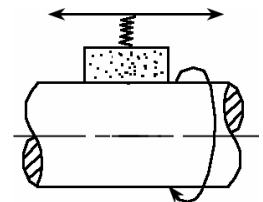



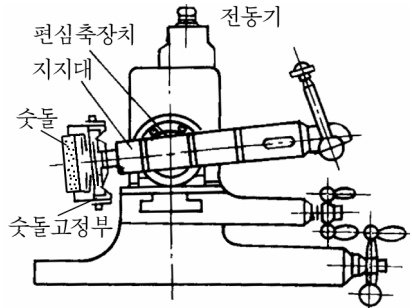
그림 4-195. 초완성가공

첫번째 공정은 앞선 가공면에서 생긴 절삭흔적을 없애고 두번째 공정은 가공변질층을 없애며 겉면을 매끈하게 한다. 바로 이 공정에서는 눈이 메는 현상이 생길수 있게 가공조건을 선정하여야 한다. 보통 앞선 가공면 즉 연마면의 겉면거칠음이 3~4㎛이라면 초완성가공면의 거칠음은 0.1㎛정도이다.

초완성가공면의 질을 높이기 위하여서는 연마석을 잘 선정하며 그의 진동방향을 앞선 가공에서 생긴 절삭흔적에 수직되게 정하며 연마석의 압력도 알맞춤하게 주어야 한다. 초완성가공은 전문초완성가공반에서 할수도 있고 선반의 왕복대에 초완성가공머리를 설치하여 진행할수도 있다.

원통의 초완성가공은 선반의 인물대에 초완성가공머리(그림 4-196)를 설치하여 진행한다. 지지대안의 용수철에 의하여 숫돌은 가공품에 접촉하며 지지대는 전동기에 의하여 구동되는 편심축장치에 의하여 진동한다.

그림 4-196. 초완성가공머리

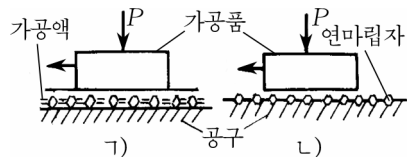
초완성가공은 자동차, 비행기, 압축기 등의 회전축, 피스톤, 캄 등과 압연로라, 공작기계의 주축, 베아링고리의 볼굴음길면, 정밀기계부분품, 광학렌즈 등의 완성가공에 널리 쓰인다.

2. 분마 및 광마

1) 분마

분마란 공구와 가공품의 겉면사이에 연마립자나 또는 그와 기름을 섞은 가공액을 넣고 적당한 압력밑에서 공구와 가공품을 상대적으로 운동시켜 가공품의 겉면으로부터 매우 미세한 쇠밥을 떼내여 치수정밀도가 높은 매끈한 겉면을 얻는 정밀가공방법이다.

분마는 작업방법에 따라 손분마와 기계분마로 나눈다. 또한 분마는 가공액을 쓰는가 안 쓰는가에 따라 습식분마와 건식분마로 나눈다.(그림 4-197)

그림 4-197. 분마의 략도
ㄱ) 습식분마, ㄴ) 건식분마

습식분마에서는 가공액속에서 연마립자들이 굴면서 가공면에 절삭흔적을

남긴다. 건식분마에서는 연마립자들이 공구의 겉면에 파묻힌 상태에서 겉면을 가공한다.

습식분마는 거친분마에, 건식분마는 정밀분마에 리용된다.

분마가공은 연마립자의 긁힘, 굴림, 압착 및 광마작용에 기초하고 있다.(그림 4-198)

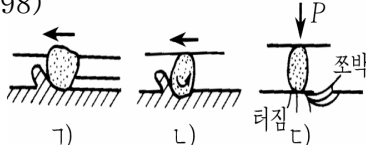



그림 4-198. 연마립자의 가공작용
ㄱ) 긁힘작용, ㄴ) 굴림작용, ㄷ) 압착작용

긁힘작용은 습식분마에서 가공액속에 잘 굴리우지 않는 연마립자들이 공구와 가공품의 상대적운동에 의하여 부분품의 겉면을 가공하는것이며(그림의 ㄱ) 굴림작용은 반대로 굴리우기 쉬운 상태나 또는 떠있는 상태에 있는 연마립자들이 공구와 가공품의 상대적운동에 의하여 부분품의 겉면에 불규칙적인 흔적을 남기면서 가공하는것이다.(그림의 ㄴ)

압착작용은 굳은 취성재료를 분마하는 경우에 연마립자들이 압착을 받아 재료의 겉면터짐을 일으킴으로써 습식분마에서와 같은 흔적을 남긴다.(그림의 ㄷ)

겉면거칠음은 분마과정에 연마립자들이 부서지고 눈이 메는 현상에 의하여 매끈하여진다. 이와 같은 현상은 습식분마보다 건식분마에서 심하게 나타난다.

가공압력이 높아지면 연마립자들이 미세하게 부서지므로 겉면정결도는 높아진다. 그리고 가공품이 굳을수록 절삭흔적의 깊이가 얕기때문에 겉면정결도는 높아진다.

분마가공으로 얻어지는 치수정밀도는 IT4~5급이며 겉면정결도 R*a*0.05~0.006㎛이다.

분마는 로케트유도조종장치의 초정밀부분품을 비롯하여 내연기관의 연료분사구, 끌면자와 각종 측정기구들, 로라, 볼, 기밀부분품, 렌즈, 반도체소자 등 정밀한 부분품가공에 리용된다.

2) 광 마

광마는 제품의 겉면에서 미세한 거칠음을 없애고 거울면처럼 윤기를 내게 하는 완성가공방법이다.

이 방법은 연마 또는 분마에서와는 달리 제품의 형태와 치수에서 변화를 일으킴이 없이 다만 윤기를 내게 하는것이 특징이다.

광마작용은 연마립자들이 부분품의 겉면에 접촉할 때 생기는 국부적인 높은 압력과 온도에 의하여 겉면층을 소성변형 및 연화류동시킴으로써 일어난다.(그림 4-199)

광마면이 얻어지는것은 처음에 겉면의 현미경적거칠음이 기계적인 마찰작용으로 없어지다가 뒤따라 열적, 화학적 및 국부적인 압력작용에 의하여 매끈하게 되기때문이다.

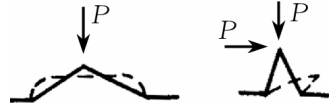



그림 4-199. 표면거칠음의 변형

광마방법에는 기계적광마, 화학적광마, 전기적광마가 있다. 오래전부터 널리 쓰이고있는것이 기계적광마이므로 광마라고 하면 보통 기계적광마를 말한다. 전기적방법이나 화학적방법에 의한 광마는 그 원리가 기계적방법과는 근본적으로 다르다.

기계적광마는 광마공구와 작업특성에 따라 바후광마(광마바퀴에 의한 광마), 띠광마, 회전광마, 진동광마 등으로 나눈다.

(1) 바후광마

바후광마는 천 또는 휄트로 만든 광마바퀴를 리용한 광마이다.

광마바퀴(바후)에 광마제를 바르고 그것을 고속으로(선속도 2 000~3 000m/min) 회전시키면서 광마를 진행한다. 광마바퀴는 튐성과 유연성을 가지고있기때문에 그것을 가공면에 접촉시키면 구석까지 광마한다. 이로부터 오목볼록한 테두리를 가진 복잡한 면들도 쉽게 윤기나게 할수 있다.

바후광마는 가공정밀도보다 미적가치를 높이는것이 기본목적이므로 계기, 기구, 일용품 등의 부분품완성가공에 널리 쓰인다.

(2) 띠광마

띠광마는 천 또는 가죽으로 만든 띠를 피대처럼 돌리면서 진행하는 광마이다.

띠의 한쪽에는 보드라운 연마립자를 붙이거나 광마제를 바르고 여기에 가공품을 접촉시키면서 광마를 진행한다.

띠광마의 효과성은 가공압력, 가공속도에 많이 관계된다.

띠광마는 바후광마보다 가공능률이 높으나 겉면정결도는 떨어진다. 주로 주조품, 단조품의 칠을 위한 바탕면가공에 쓰인다.

(3) 회전광마

회전광마는 가공품과 광마재료를 함께 넣은 통을 회전시키는 방법으로 진행하는 광마이다.

회전통은 6각 또는 8각형인것이 주로 쓰인다. 광마재료로는 연마석 부스레기, 광마제, 철알, 나무쪼각, 가죽 및 천쪼각 등이 쓰인다.

통이 회전할 때 광마재료와 가공품은 통의 회전방향을 따라 일정한 높이까지 올라갔다가 제무게에 의해 미끄러져 내려오면서 뒤섞이게 된다. 이때 그들사이에는 서로 마찰작용을 일으켜 광마가공이 진행된다.

회전속도는 보통 6~35r/min정도이다. 이보다 느리면 마찰작용이 약해지고 빠르면 원심력에 의하여 광마재료와 가공대상이 어떤 증가점에 이르러서야 갑자기 떨어지므로 가공에 필요한 마찰작용이 없게 된다. 따라서 가공품의 형태와 크기 등을 고려하여 회전속도를 선택하게 된다.

회전광마는 바후광마나 띠광마의 방법으로는 가공하기 힘든 형태가 복잡한 부분품들도 모든 겉면들을 골고루 윤기나게 가공할수 있다.

(4) 진동광마

진동광마는 가공품과 광마재료를 함께 넣은 통을 진동시키는 방법으로 진행하는 광마이다.

진동통은 용수철우에 떠받들려있으며 조화진동을 하게 되여있다. 장입물은 회전광마에서 쓰는것과 같다. 통이 진동할 때 광마재료들과 가공품은 서로 다른 가속도를 가지고 위치를 바꾸면서 운동한다. 이때 가공품은 광마재료들과 마찰작용을 하면서 겉면가공이 진행된다.

진동광마에서 가공능률과 얻어지는 겉면정결도는 광마재료(장입물)의 종류, 그의 섞음비, 통의 진동수와 진폭, 가공시간 등에 관계된다. 진동광마는 회전광마에서와 같이 여러차례 광마재료를 바꾸어가며 완성가공을 진행한다. 가공시간이 길수록 제품의 겉면정결도는 높아지며 윤기를 더 낸다.

련습문제

1. 정밀완성가공에는 어떤것들이 있는가?
2. 호닝가공원리에 대하여 설명하여라.
3. 초완성가공원리에 대하여 설명하여라.
4. 바후광마, 띠광마, 회전광마, 진동광마방법에 대하여 설명하여라.

참고자료

특 수 가 공

특수가공은 일반적인 기계가공방법과는 다른 원리에 기초하여 부분품을 가공하는 방법으로서 물리-화학적가공이라고도 한다.

특수가공방법에는 기계적, 열적, 화학적 및 전기화학적에네르기를 리용하는 가공방법들이 속한다.

기계적에네르기에 의한 특수가공은 일반절삭가공에 외부적인 파괴에네르기를 주거나 압착가공방법을 개선하여 가공면의 질을 높이는 가공방법이다. 여기에는 고온절삭가공, 저온절삭가공, 초음파가공, 현탁액분사가공, 걸면완성압착가공 등이 속한다.

열적에네르기에 의한 특수가공은 가공하려는 부분품에 국부적으로 열을 주어 녹여내거나 기체로 날려보내는 가공방법이다. 여기에는 에네르기 종류와 그의 공급방식에 따라 방전(전기불꽃)가공, 전자선가공, 레이자가공, 플라즈마가공 등이 속한다.

화학적 및 전기화학적에네르기에 의한 특수가공은 금속을 화학적 또는 전기화학적으로 부식시키는 가공방법이다. 여기에는 화학광마, 화학부식가공, 전해가공, 전해광마 등이 속한다.

또한 특수가공에는 2가지이상의 에네르기를 함께 리용하는 가공방법(배합특수가공)이 있는데 여기에는 전해연마, 전해호닝, 전해분마, 초음파전해가공, 양극-기계적가공 등이 속한다.

특수가공방법은 일반절삭공구로써는 가공할수 없는 재료들의 가공 즉 기계적세기, 내부식성, 내열성, 취성 등이 높은 재료의 가공과 치수가 작고 정밀도가 높은 부분품가공, 복잡한 륜곽을 가진 부분품가공, 손상과 변형을 가져올수 있는 부분품가공에 리용된다. 날을 따라 새로운 특수재료들이 나오고있는 조건에서 그에 대응하는 새로운 특수가공방법들이 계속 나오고있다.

기 계(중학교 제6학년용)

집 필 부교수 구정혁, 한종철, 김창국, 김영철
심 사 심의위원회
편집 및 콤퓨터편성 조철, 한철호
장 정 한철호　　　교 정 김영수

낸 곳 교육도서출판사
인쇄소 평양영예군인교육도서인쇄공장
인 쇄 주체101(2012)년 1월 19일　　발 행 주체101(2012)년 1월 29일

교-11-보-524　　값 15원